# ACADÉMIE DES SCIENCES.

## SÉANCE DU LUNDI 20 DÉCEMBRE 1954.

PRÉSIDENCE DE M. MAURICE DE BROGLIE.




---

## MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS
### DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président** signale que l'Académie, ayant décidé de ne plus se réunir entre la fête de Noël et le Jour de l'An, tiendra sa prochaine séance hebdomadaire le lundi 3 janvier 1955.

### *Notice nécrologique sur* Leonard Eugene Dickson, par M. **Paul Montel**.

L'Académie a appris tardivement la mort, survenue le 17 janvier 1954, de **Leonard Eugene Dickson**, correspondant pour la section de Géométrie. Il était né à Independence (Iowa) aux États-Unis, le 22 janvier 1874. Il fit ses études supérieures à l'Université du Texas et remplit ensuite les fonctions d'assistant dans diverses Universités. Après son doctorat, il a d'abord poursuivi ses études à Leipzig et à Paris, puis il enseigna successivement à l'Université de Californie, à celle du Texas et, à partir de 1900, à Chicago où il fut nommé professeur de 1910 à 1941 et termina sa carrière comme professeur émérite.

Lauréat du prix de l'American Association for Advancement of Science en 1924, il était membre de la National Academy of Science, de la Philosophical Society et enfin, de l'American Academy; docteur *honoris causa* des Universités de Harvard et de Princeton, membre de la London Mathematical Society, directeur des *Transactions of American Mathematical Society*, Société dont il fut Président.

Ses travaux ont porté principalement sur la Théorie des groupes de substitutions et sur la Théorie des nombres. Il a résolu par des méthodes souvent élégantes des problèmes qui avaient longtemps résisté à l'effort des chercheurs comme par exemple celui de la détermination de tous les sous-groupes d'un groupe donné ou des invariants arithmétiques d'une forme, ce qu'il a complètement résolu dans le cas des formes quadratiques.

Ce sont ces résultats qui, sur un rapport de Camille Jordan, ont entraîné son élection, le 17 mai 1920, à notre Académie comme membre correspondant dans la section de Géométrie.

Il a obtenu d'intéressants résultats sur les nombres parfaits et les nombres amiables; construit une arithmétique des quaternions qui connut le succès. Il a apporté une contribution importante à la solution du problème de Waring de la représentation d'un entier positif comme somme d'un nombre fixe $g(k)$ de puissances $k^{\text{ièmes}}$, le nombre $g$ ne dépendant que de $k$. L'existence, quel que soit $k$, du nombre minimum $g(k)$ de puissances $k^{\text{ièmes}}$ permettant de représenter tous les entiers [par exemple $g(2) = 4$] a été établie plus tard par Hilbert. Si l'on associe à $g(k)$ le nombre minimum $G(k)$ de puissances $k^{\text{ièmes}}$ permettant la représentation de tous les entiers à partir d'un certain rang, on pénètre dans une théorie qui a fait l'objet de travaux remarquables de Hardy et Littlewood et surtout, de Vinogradov. Dickson, utilisant les méthodes de ce dernier associées à des méthodes personnelles, a résolu presque complètement le problème de la détermination de la fonction $g(k)$.

Il a publié un grand nombre d'ouvrages didactiques relatifs aux groupes linéaires, aux invariants arithmétiques et algébriques, aux groupes finis, à la Théorie des nombres, au problème de Waring.

Les États-Unis perdent en lui un mathématicien autochtone de haute qualité.

## *Notice nécrologique sur* Albert Francis Blakeslee, par M. Maurice Caullery.

Avec **Albert Francis Blakeslee** (né le 9 novembre 1874 à Geneseo, New-York, décédé le 16 novembre 1954 à Northampton, Massachusetts), disparaît un des plus éminents biologistes de sa génération. Notre Académie l'avait élu correspondant (section de Botanique) le 28 janvier 1935 et associé étranger le 9 juin 1947.

Blakeslee avait commencé ses études universitaires à la Wesleyan University (Middletown, Conn.) et les avait achevées à l'Université Harvard, où il était devenu, en 1899, assistant au laboratoire de Botanique. Il était venu en Europe de 1904 à 1906 comme boursier de la fondation Carnegie. Professeur de Botanique au Connecticut College de 1907 à 1914, il était ensuite passé, comme Resident-Investigator, à la Station Expérimentale de Biologie de la Carnegie-Institution à Cold Spring Harbor (dans Long Island, près de New-York), puis y avait pris la direction du département de Botanique, qu'il garda jusqu'en 1942. Il se retira ensuite à Northampton (Mass.), où se trouve le Smith-College une des plus brillantes

Universités féminines des États-Unis, dont Mrs Blakeslee était ancienne élève.

Ce collège avait mis à la disposition de Blakeslee une maison d'habitation, lui avait installé tout un laboratoire et des serres dans un parc récemment acquis. C'est dans cette ambiance que Blakeslee a vécu ses douze dernières années, continuant méthodiquement ses recherches.

Blakeslee a été un travailleur infatigable, pourvu d'une imagination féconde et qui a pu donner tout son temps au laboratoire. Il s'y était entouré d'un groupe nombreux de collaborateurs et collaboratrices, attirés et retenus par le prestige et l'*efficiency* du maître. La production de cette équipe a été d'une valeur éminente et d'une ampleur considérable.

Blakeslee s'était révélé au monde scientifique, dès 1904, par une découverte importante, celle de la sexualité dans les Moisissures (Mucorinées). Alors que certaines espèces produisaient aisément et spontanément des *zygospores*, d'autres, en cultures pures, à partir d'une spore, n'en produisaient jamais. Blakeslee montra que, chez ces dernières espèces, il y avait *hétérothallie*, c'est-à-dire production de *deux sortes de thalles* (+ et —), correspondant chacune à un sexe et que les zygospores ne se réalisaient que par la rencontre de deux thalles + et —, par exemple en culture pure en boîte de Petri, à partir de deux spores de signes différents. Au contraire les zygospores se formaient spontanément chez les Mucorinées *homothalliques*.

Après ce brillant début, et dans son laboratoire de Cold Spring Harbor, Blakeslee s'orienta vers la Génétique, qui venait de connaître, à New-York, un essor majeur entre les mains de Th. H. Morgan et de ses collaborateurs travaillant sur la Mouche du Vinaigre (*Drosophila melanogaster*). Blakeslee opéra une prospection analogue sur une plante de la famille des Solanées (*Datura stramonium*). Par des croisements de variétés et d'espèces voisines, il obtint de nombreuses *mutations*. A l'exemple de Morgan, il en chercha l'explication dans des variations de la structure des chromosomes des noyaux des cellules. *Datura stramonium* présente dans ses noyaux 12 paires de chromosomes (nombre diploïde $2n$) de tailles différentes et par suite assez aisément identifiables. Pendant plus de 20 ans, Blakeslee et ses collaborateurs se sont efforcés par des croisements multiples d'analyser les propriétés conditionnées par les divers chromosomes. Ils ont ainsi obtenu de très nombreuses mutations, en particulier résultant de la présence d'un chromosome supplémentaire (formule $2n + 1$), ou de l'absence d'un chromosome (formule $2n - 1$). Ces formules nouvelles entraînaient, pour chaque cas, la possibilité de 12 catégories différentes suivant la nature du chromosome supplémentaire ou déficient. D'autres catégories de formes nouvelles étaient dues à la réalisation de la *polyploïdie* (noyaux à $4n$, $6n$, $8n$ chromosomes : formes tétra-, hexa-, octo-

ploïdes, à $3n$ chromosomes, triploïdes) ou enfin de formes *haploïdes* ($n$ chromosomes). La polyploïdie était parfois limitée à certains tissus (chimères périclinales).

La polyploïdie, entre les mains de Blakeslee, est devenue expérimentale, en faisant agir sur les graines ou les jeunes plantes la *colchicine*, dont Dustin, en Belgique, avait découvert l'action multiplicatrice sur les chromosomes des noyaux. Blakeslee a employé cette substance, de façon systématique et dans des conditions variées, sur les diverses variétés et espèces de *Datura* et sur d'autres plantes (*Melandryum*, *Nicotiana*, etc.). Grâce à cette technique, il a rendu fécondes des formes jusque-là stériles, notamment des hybrides interspécifiques ou des formes haploïdes ($n$ chromosomes).

Il a aussi imaginé de nombreuses et élégantes expériences en greffant de très jeunes plantes hybrides, qui normalement mouraient rapidement, sur des formes parentes, où, grâce à la greffe, elles survivaient, fleurissaient et pouvaient être reproduites.

Blakeslee a ainsi accompli une œuvre monumentale en Génétique végétale. Par ailleurs, il a fait d'autres recherches très intéressantes, par exemple en étudiant les variations et la transmission héréditaire, chez l'homme, de la sensibilité gustative et olfactive.

Ces brèves indications montrent, j'espère, l'ampleur, la valeur et le caractère méthodique de l'œuvre de Blakeslee. L'homme était particulièrement sympathique, liant, affectueux, simple et exempt de tout orgueil. Il laisse à tous ceux qui l'on connu le meilleur souvenir.

## CHIMIE ORGANIQUE. — *Péridiaminonaphtacène*. Note (*)

de MM. **Charles Dufraisse, André Étienne** et **Henri Vayson de Pradenne.**

On décrit la préparation du diamino-9.12 naphtacène et de quelques-uns de ses dérivés; sa structure est déterminée par des épreuves chimiques et physiques

Développant le procédé de synthèse du squelette naphtacénique, par création latérale des noyaux centraux, qui nous avait permis d'accéder à certains derivés de double substitution en péri [1], nous avons préparé le composé diaminé I (ou II).

La nouvelle synthèse se déroule parallèlement à la première [1] et comporte le même nombre de stades.

On condense, par l'ammoniac en alcool absolu, le malonitrile avec la dibenzylcétone et l'on obtient, dans un premier temps, le sym-diphénylisopropylidènemalonitrile ($C_{18}H_{14}N_2$), III, corps incolore, $F_{inst}$ 51-52°. On lui fait subir

---

(*) Séance du 8 décembre 1954.

[1] C. Dufraisse, A. Etienne et R. Bucourt, *Comptes rendus*, 232, 1951, p. 2061.

une première cyclisation sous l'action du mélange $PO_4H_3$ : 65, $SO_4H_2$ : 30, $P_2O_5$ : 5. Le produit résultant est la benzyl-3 cyano-2 naphtylamine-1 ($C_{18}H_{14}N_2$), IV, corps incolore, $F_{inst}$ 179-180°, sublimable sans décomposition, insoluble dans les acides dilués. Les deux fonctions de ce composé sont peu réactives. La fonction amine résiste à la diazotation et à l'acylation, ou bien donne des résines, et la fonction nitrile ne se laisse pas attaquer par le phényllithium, contrairement à ce qui se passe pour le corps phénolique correspondant (2).

La deuxième cyclisation conduit à la diamine ($C_{18}H_{14}N_2$), I (ou II). Elle s'opère par l'acide sulfurique à froid et donne, après action de l'eau glacée, le sulfate acide du composé cherché.

La base I (ou II), dans son état brut, est extrêmement altérable à l'air et même difficilement maniable; mais, purifiée par chromatographie avec des précautions spéciales, elle est relativement stable. C'est une substance jaune, $F_{inst}$ = 153-154°, sensible à l'air. Avec les acides elle se comporte comme une base monovalente : le sulfate acide, $[C_{18}H_{15}N_2]^{\oplus} HSO_4^{\ominus}$, $2H_2O$, $F_{inst}$ vers 220°, avec décomposition, est en cristaux rouge orangé, le monochlorhydrate $[C_{18}H_{15}N_2]^{\oplus} Cl^{\ominus}$, $2H_2O$, $F_{inst}$ vers 200° avec décomposition, est en cristaux rouge violacé.

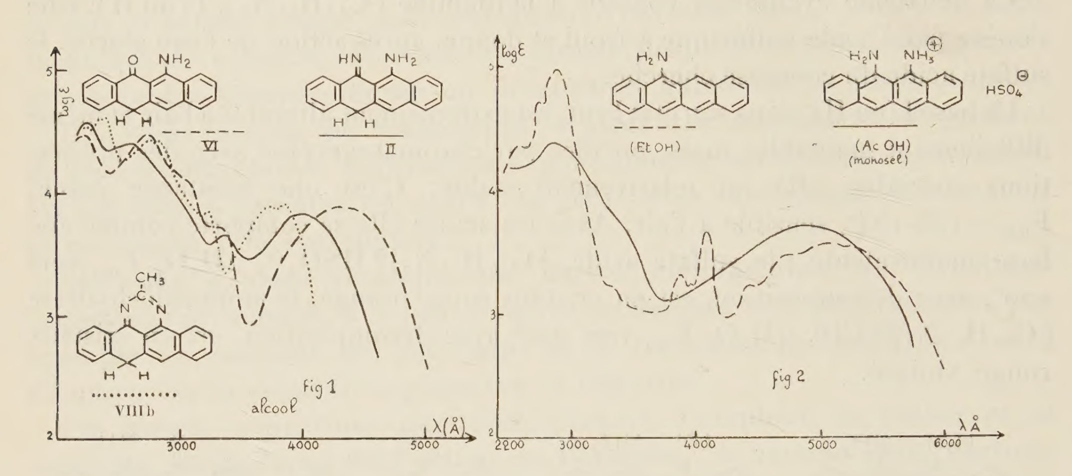
I — II — III — IV

V — VI — VIIa : $R = C_6H_5$; VIIb : $R = CH_3$ — VIIIa : $R = C_6H_5$; VIIIb : $R = CH_3$

La constitution ressort déjà du mode même de formation. Elle est appuyée par les faits suivants. La pyrolyse sur zinc fournit du naphtacène, ce qui apporte au moins une forte présomption de la présence du squelette naphtacénique préexistant à ce traitement, assez rude il est vrai. Une hydrolyse à 150° par l'acide chlorhydrique à 10 % donne le péridihydroxynaphtacène antérieurement préparé, ou plutôt sa forme naphtacénonique, V. C'est une première preuve de la position péri des deux atomes d'azote. Une deuxième preuve consiste en la production de périmidines, VII (ou VIII), par acidylation. Ce

(2) C. Dufraisse, A. Etienne et R. Bucourt, *Comptes rendus*, 233, 1951, p. 1401.

type de corps, par l'absence d'oxygène dans sa composition, est très caractéristique du voisinage des fonctions amines, tout autre mode d'acidylation devant donner des corps oxygénés; cette formation a donc une grande valeur démonstrative de la position péri des $NH_2$. On a préparé deux périmidines, l'une phénylée, l'autre méthylée : le corps phénylé, VII*a* (ou VIII*a*), $C_{25}H_{16}N_2$, aiguilles jaunes, $F_{inst}$ 234-235°, puis, après resolidification, 288-289°; le corps méthylé, VII*b* (ou VIII*b*), $C_{20}H_{14}N_2$, aiguilles jaune clair, $F_{inst}$ 182-183°, puis, après resolidification, 190-191°.




La question se posait pour la diamine, comme pour les corps aminés précédemment étudiés ([3]), ([4]), de savoir sous quelles formes pouvaient être la base libre et ses dérivés. Pour information, on a comparé les spectres avec celui du tautomère de l'aminohydroxynaphtacène reconnu ([1]) comme étant la périaminonaphtacénone, VI, d'une part (*fig.* 1), puis avec celui du mésoaminonaphtacène ([3]), d'autre part (*fig.* 2). Contrairement à ce qui avait été trouvé ([3]), ([4]) pour les monoamines naphtacéniques simples, la base libre est probablement sous la forme dihydro (aminonaphtacénone-imine, II) (*fig.* 1). On constate en effet une analogie entre le spectre de l'aminonaphtacénone, VI, et celui de son imine, II, avec un effet hypsochrome normal par passage de VI à II.

Réciproquement, les sels (sulfate, chlorhydrate et même acétate) seraient sous la forme naphtacénique vraie (*fig.* 2), en admettant que les bandes multiples situées dans le visible sont toutes fondues en une large bande unique; ce phénomène, on le sait, est dû à l'influence de la fonction amine et il se manifeste déjà partiellement chez les monoamines naphtacéniques simples ([3]), ([4]).

Dans ce cas, on peut dire que la monosalification ayant inhibé, du point de vue de la résonance, c'est-à-dire de l'influence sur la couleur, une des deux

([3]) C. Dufraisse, A. Etienne et B. Rütimeyer, *Comptes rendus*, 237, 1953, p. 1601.
([4]) C. Dufraisse, A. Etienne et B. Rütimeyer, *Comptes rendus*, 236, 1953, p. 642.

fonctions amines, le produit résultant ne serait plus alors qu'un monoamino-naphtacène, qui prendrait, comme on l'a montré antérieurement ([3]), ([4]), la forme entièrement aromatique; ici toutefois, ce serait la série tout entière des six premières bandes du naphtacène qui seraient fondues en une seule (*fig.* 2), au lieu de trois seulement dans les monoaminonaphtacènes.

Quant aux périmidines, leur spectre (*fig.* 1), voisin de celui de la diamine libre, leur assigne, comme à celle-ci, non pas la structure naphtacénique, VII, mais un agencement dihydronaphtacénique, VIII. Cette formule en fait des dérivés de la quinazoline, des benzylènebenzoquinazolines; ainsi s'explique la facilité de leur formation, parce qu'elle aboutit à un édifice de haute stabilité, à la fois mésodihydronaphtacénique et ang. benzoquinazolinique.

BIOLOGIE. — *Au sujet des caractères sexuels secondaires des Oribates (Acariens).* Note de M. **François Grandjean**.

Les caractères sexuels secondaires sont rarissimes chez les Oribates. Dans l'état de nos connaissances on ne peut guère citer, pour avoir de tels caractères, que des espèces de *Galumnidæ* et d'*Hydrozetidæ*. A ces espèces j'ai récemment ajouté un Palaeacaroïde, *Aphelacarus acarinus*, dont certaines races ont à l'extrémité de leurs palpes une eupathidie qui est fourchue chez les femelles et qui ne l'est pas chez les mâles. Maintenant j'attire l'attention sur le cas de *Podacarus Auberti* n. g., n. sp. un Oribate des îles de Kerguélen.

Les adultes mâles se distinguent des adultes femelles, chez *P. Auberti*, par plusieurs caractères indépendants des organes génitaux. Le plus apparent de ces caractères, jamais observé jusqu'ici chez les Oribates, est la grosseur insolite des pattes postérieures des mâles. Il est très accentué et permet de trier sans hésitation et sans faute, à très faible grossissement (à la loupe), dans un lot d'adultes, les mâles et les femelles.

On pourrait faire le même triage, en grossissant un peu plus, par la chaetotaxie de la région épimérique III-IV et aggénitale, car cette région est néotriche et tous les poils secondaires qu'elle porte sont affectés fortement, en ce qui concerne leur présence ou leur absence, par le sexe.

J'ai repéré au total six de ces poils, tous idionymiques. Les plus précoces sont deutonymphaux. Les trois plus communs sont un poil $x$ implanté entre les poils primitifs $4\,b$ et $3\,b$, un poil $y$ doublant le poil primitif $4\,c$ et un poil $z$ qui est voisin du poil aggénital primitif $ag$. Voici leurs fréquences dans l'examen de 50 adultes (25 femelles et 25 mâles), 50 tritonymphes et 25 deutonymphes :

*Adultes femelles.* — $x$ (4 : 50); $y$ (7 : 50); $z$ (4 : 50).

*Adultes mâles.* — $x$ (50 : 50); $y$ (47 : 50); $z$ (49 : 50).

*Tritonymphes.* — $x$ (43 : 100); $y$ (36 : 100); $z$ (42 : 100).

*Deutonymphes.* — $x$ (0 : 50); $y$ (1 : 50); $z$ (1 : 50).

Les nymphes ont été prises au hasard de sorte que les unes sont femelles et les autres mâles.

A la stase adulte, d'après ce relevé, aucun des trois poils n'est particulier à un sexe. Ce n'est pas par sa nature que la néotrichie diffère d'un sexe à l'autre. C'est seulement par son intensité, celle-ci étant beaucoup plus forte chez les mâles. Une différence analogue existe-t-elle déjà aux stases nymphales ?

Les nombres du relevé donnent la réponse, qui est affirmative, mais on voit mieux en classant les 125 individus selon leur *degré de néotrichie*, c'est-à-dire selon le nombre de poils secondaires porté par chacun d'eux (1). Les nombres d'individus des divers degrés (ceux-ci vont de 0 à 9) sont donnés par le tableau suivant :

| Degrés de néotrichie. | Nombres correspondants d'adultes. | de tritonymphes. | de deutonymphes. |
|---|---|---|---|
| 0 | 15 | 18 | 23 |
| 1 | 5 | 7 | 2 |
| 2 | 5 | 3 | 0 |
| 3 | 0 | 2 | 0 |
| 4 | 0 | 6 | 0 |
| 5 | 3 | 6 | 0 |
| 6 | 10 | 8 | 0 |
| 7 | 8 | 0 | 0 |
| 8 | 3 | 0 | 0 |
| 9 | 1 | 0 | 0 |
| | 50 | 50 | 25 |

Dans la colonne des adultes les femelles et les mâles sont complètement séparés par deux zéros, ceux des degrés 3 et 4. Ce sont exclusivement des femelles qui ont les degrés 0, 1 et 2. Les degrés 5 à 9 ne se rencontrent que chez des mâles.

Dans la colonne des tritonymphes il n'y a pas de zéro faisant coupure, mais les nombres inscrits diminuent d'abord, jusqu'au degré 3, puis augmentent. Cela veut dire qu'au degré 3, ou à son voisinage, on change de sexe. Les tritonymphes mâles succèdent aux tritonymphes femelles. Précisons en affirmant qu'au degré 3 une tritonymphe est sûrement (2) mâle puisque les femelles adultes ne dépassent pas le degré 2 et qu'un

(1) Un poil secondaire peut exister à droite et à gauche, ou d'un seul côté, ou bien manquer des deux côtés. Phylogénétiquement il est progressif et son évolution a lieu selon le mode vertitionnel (par écarts). Dans l'ontogenèse il est également progressif (proprogression).

(2) Ce n'est qu'une certitude approchée, naturellement, comme toujours lorsqu'on s'appuie sur une statistique d'organes ou de caractères aléatoires. Une vraie certitude exigerait qu'on eût fait des observations en nombre infini.

poil secondaire, une fois formé sur un individu, à une stase quelconque, subsiste aux stases ultérieures de cet individu, ou bien est remplacé par deux ou plusieurs poils. Ce sont donc seulement les trois tritonymphes de degré 2 dont le sexe est inconnu. Encore doit-on présumer que ces nymphes, ou quelques-unes d'entre elles, sont mâles plutôt que femelles puisque la néotrichie est ici croissante dans l'ontogenèse.

Quant aux 25 tritonymphes de degrés 0 et 1, il est logique de les attribuer au sexe femelle parce que *P. Auberti* a une sexualité normale. Les mâles sont aussi nombreux que les femelles à la stase adulte. Il ne peut pas en être autrement aux stases immatures.

Dans la dernière colonne du tableau les zéros montent jusqu'au degré 2. Les deux seules deutonymphes à sexe certain (mâle) sont celles de degré 1. Les 23 autres sont mâles ou femelles. La néotrichie est trop faible encore, au niveau deutonymphal, pour départager notablement les sexes.

Résumons ce qui précède en disant qu'on reconnaît sans ambiguïté, par la chaetotaxie de la région néotriche, le sexe d'un adulte quelconque, celui de presque toutes les tritonymphes et celui de quelques deutonymphes. Ce résultat est nouveau pour les Oribates. Le sexe d'une nymphe ou d'une larve, dans cet ordre d'Acariens (*P. Auberti* mis à part), n'est révélé par aucun caractère extérieur, et même, plus généralement, par aucun caractère du squelette chitineux.

L'exception est évidente, chez *P. Auberti*, parce que les probabilités d'existence de tous les poils secondaires diffèrent énormément d'un sexe à l'autre. Quelques adultes et quelques tritonymphes suffisent à la montrer. Mais si les probabilités, quoique loin d'être égales, ne différaient pas énormément, nous ne serions avertis par rien qui puisse être observé sur un petit nombre d'individus. Si donc il ne semble pas, au premier abord, que le sexe intervienne dans les vertitions d'une chaetotaxie, tenons néanmoins pour possible qu'il le fasse. Dès le commencement d'une étude statistique de ces vertitions (ou d'autres variations individuelles) il faut noter le sexe de chaque individu. C'est une précaution facile à prendre à la stase adulte puisqu'il suffit d'examiner les organes génitaux par transparence. On tiendra compte ensuite, aux autres stases, s'il y a lieu et si c'est possible, des résultats obtenus sur les adultes.

Dans une prochaine publication je reviendrai sur la néotrichie sexuelle de *P. Auberti*. Des figures sont nécessaires pour la bien comprendre. En même temps je décrirai ce remarquable Acarien, car il ne l'a pas été jusqu'ici. Voici, en attendant, une diagnose qui suffit, ajoutée aux caractères donnés plus haut, à le définir [3] :

---

[3] J'utilise les abréviations habituelles et celles que j'ai employées en 1953 dans mon *Essai de classification des Oribates* (*Bull. Soc. Zool. Fr.*, 78, p. 423-427).

Aphérédermе pycnonotique normal. Cérotégument brun à toutes les stases. Nymphes plissées unidéficientes à grands sclérites dorsaux sur l'hysterosoma, comme chez *Notaspis antarctica* Michael ([1]). CaE.Ng (14). G (1-3-5-6). At 3.PF lv.AcmS dès la stase larvaire. DDC el. N 1 (0-0-0-0-7). Pas d'organes trachéens pédieux. Trichobothrie petite, avec sensillus globuleux à tige très courte, ne changeant pas pendant le développement. Poils interlamellaires grands chez les larves, petits, avortés ou manquants chez les adultes. Papilles génitales très aplaties, sessiles. Famulus vestigial. Solénidion $\omega_1$ toujours accouplé à *ft''* (I) ou à *ft'* (II). Solénidion $\omega_2$ II, deutonymphal, accouplé à *ft''*. *Provenance :* Iles de Kerguélen, mai 1952; Prairies d'Acoena; Port-aux-Français. Coll. E. Aubert de la Rüe.

L'adulte a une longueur de 1100 à 1330 μ. Ses carènes prodorsales sont effacées et variables. Son notogaster, complètement séparé du prodorsum, en avant, a une bosse pseudolenticulaire (sans lenticule) et des rides humérales. Ses apodèmes ne sont pas troués. Ses pedotecta I et II sont petits. Son hypostome est incomplètement séparé des pièces maxillaires.

ÉPIDÉMIOLOGIE. — *La lutte contre la rage chez les animaux et chez l'Homme.* Note de M. **Gaston Ramon.**

Après nous être livré dans une Note précédente ([1]) à des considérations d'ordre immunologique sur les vaccins antirabiques et en particulier sur le virus-vaccin pastorien, nous envisagerons brièvement la situation sanitaire en matière de rage chez les animaux domestiques et les moyens qui s'imposent pour lutter efficacement contre cette maladie épizootique ([2]).

C'est une vérité évidente d'affirmer que sans rage animale il n'y aurait pas de rage humaine. Toute l'attention doit donc porter sur la prophylaxie de la rage chez les animaux.

La situation sanitaire en ce qui concerne la rage est aujourd'hui inquiétante et préoccupante. On enregistre, en effet, depuis quelques années dans diverses régions du globe, une recrudescence de la rage chez les animaux et par conséquent chez l'Homme. C'est ainsi que les États-Unis sont, à l'heure présente encore, très infectés. L'épizootie de rage qui sévit au Canada depuis 1947 est la plus sérieuse que ce pays ait connue.

---

([1]) A. D. Michael, *Acarida* (*Oribatidæ*), p. 5 et pl. II, *fig.* 3, dans *Expédition antarctique belge*, 1897-1899. Rapports scientifiques (Zoologie), Anvers, 1903.

([1]) G. Ramon, *Comptes rendus*, 239, 1954, p. 1568.

([2]) Nous nous livrons à une étude plus complète de ces questions dans un rapport qui est actuellement sous presse dans le *Bulletin de l'Office international des Épizooties*, 41, 1954, p. 1011 et dans la *Revue d'Immunologie*, 18, 1955, n^os 1-2.

En Europe, la rage s'avance progressivement vers l'Ouest à travers l'Allemagne. La rage n'épargne ni l'Afrique, ni l'Asie. Seul le continent australien fait exception.

Cependant un certain nombre de pays comme la Belgique, la France, la Grande-Bretagne, l'Irlande, la Norvège, les Pays-Bas, la Suède, la Suisse, etc. sont actuellement indemnes étant parvenus, depuis plus ou moins longtemps, à éliminer la rage de leur territoire par la seule mise en œuvre de mesures rigoureuses d'éradication : *abattage immédiat de tout animal atteint de rage, déclaration sans délai des cas de rage, recherche et abattage des chiens qui ont été en contact avec un animal enragé, capture des chiens errants, destruction des animaux sauvages réceptifs à la rage et qui peuvent être les réservoirs et les vecteurs du virus rabique, etc.* La vaccination antirabique systématique n'a été pratiquée dans aucun de ces pays.

Ces mêmes pays ainsi que d'autres tels que l'Australie, la Nouvelle-Zélande qui sont depuis toujours exempts de rage, ont réussi à se préserver de ses incursions en appliquant strictement les *mesures de protection* : interdiction d'importation de chiens en provenance de pays profondément infectés, quarantaine prolongée, etc.

Ainsi les mesures sanitaires d'éradication et de préservation de la rage qui ont donné toutes les preuves de leur efficacité dans de nombreux pays doivent être considérées comme ayant un rôle primordial dans la lutte contre la rage. Il importe donc que, dans la pratique, l'exécution de ces mesures soit poursuivie avec toute la rigueur possible sans défaillance.

La *vaccination préventive du chien contre la rage* qui est bien capable de conférer un certain degré d'immunité antirabique à cet animal, peut rendre d'utiles services mais, en aucun cas, elle ne doit faire négliger l'application des mesures sanitaires, sous peine d'assister à la réapparition de la rage que l'on croyait avoir jugulée.

Si certains pays comme la Hongrie par exemple, ont réussi à se débarrasser totalement ou presque de la rage, c'est en appliquant conjointement la vaccination et les mesures sanitaires, certaines de celles-ci étant exécutées d'une façon draconienne. Par contre, dans d'autres pays qui, depuis plus de vingt ans, font usage de la vaccination, la rage continue de sévir avec plus ou moins d'intensité du fait, pour une part, de circonstances spéciales telles que l'existence et la persistance des animaux sauvages réceptifs qui entretiennent et disséminent le virus.

Il existe actuellement, en usage, deux procédés fondamentaux de vaccination antirabique du Chien :

*a*. Le procédé qui utilise des vaccins constitués par un virus rabique inactivé au moyen du formol notamment et transformé ainsi en anavirus selon la méthode d'obtention des anatoxines et des vaccins anavirulents ;

*b.* Le procédé qui emploie un virus-vaccin « vivant » (par exemple le virus de la souche « Flury » atténué par 40 ou 50 passages sur l'embryon de poulet).

La préférence doit être donnée à des vaccins ne renfermant que du virus totalement inactivé et jouissant d'une innocuité absolue et non pas seulement relative. *Le Primum non nocere* doit toujours être de rigueur même chez les animaux. D'ailleurs, en accordant la prédilection aux vaccins inactivés, on se conforme à la Résolution d'ordre général émise par le dernier Congrès international de médecine vétérinaire ([3]).

Tout lot de vaccin destiné à l'usage dans la pratique devra être rigoureusement contrôlé dans son innocuité et dans son efficacité. Les vaccins inactivés se prêtent facilement à ce contrôle. Ils ont de plus l'avantage de bien se conserver et d'être stables dans leurs propriétés. Il est indiqué d'effectuer la vaccination du Chien au moyen de deux injections sous-cutanées à 15 jours d'intervalle. Une injection de rappel sera pratiquée un an après la vaccination.

Il se dégage d'un bref examen de la question du traitement préventif de la rage après morsure, chez l'Homme, qu'il y a intérêt à faire usage de la sérovaccination spécifique réalisée à l'aide, d'une part, d'un sérum très riche en anticorps neutralisants (antivirus) qui sera employé en injection ou en application locale (au niveau des morsures) et, d'autre part, d'un vaccin inactivé.

Tels sont les moyens qui, dans l'état actuel de la science, s'offrent à nous pour lutter contre la rage des animaux et indirectement contre la rage de l'Homme puisque celle-ci est la conséquence de celle-là. On doit surtout retenir :

1° que les mesures sanitaires sévères et strictement appliquées ont, à elles seules, permis dans le passé à de nombreux pays de se libérer de la rage et de s'en préserver depuis lors. Elles doivent donc garder à l'heure présente encore, la première place dans le combat contre la rage des animaux;

2° que la vaccination antirabique qui, de préférence, doit être pratiquée à l'aide d'un vaccin constitué par du virus rabique complètement inactivé, apparaît comme un supplément de précaution, comme un complément utile, dans certains cas bien déterminés, des mesures sanitaires. La vaccination ne peut avoir son effet qu'en association avec ces mesures.

Le rôle essentiel dans la lutte contre la rage appartenant aux mesures sanitaires dont les principales sont, répétons-le, l'abattage de tout animal enragé, la capture des chiens errants, la destruction des animaux sauvages réceptifs à la rage, etc., tous les efforts doivent donc porter dans chaque pays aux prises avec cette maladie, en premier lieu sur l'application sévèrement conduite de ces mesures et secondairement et dans certains cas sur l'emploi de la vaccination.

Pour être vraiment efficaces, les efforts des différents pays doivent être coordonnés, uniformisés d'un commun accord et c'est pourquoi, nous avons proposé ([4]) d'établir une *Convention sanitaire internationale pour*

---

([3]) *XVe Congrès international de Médecine vétérinaire*, Stockholm, 1953.

([4]) G. Ramon, *Bull. Off. internat. des Épizooties*, 42, 1954, p. 28.

*la prophylaxie de la rage*, reposant sur l'ensemble des mesures qui ont grandement fait leurs preuves.

Les mesures codifiées dans cette Convention et rigoureusement mises en œuvre permettront de réduire d'abord, puis de faire disparaître la morbidité rabique chez les animaux et par voie de conséquence chez l'Homme, comme elles l'ont fait disparaître dans un passé plus ou moins lointain, dans un certain nombre de pays.

Telles sont, dans l'état présent de nos connaissances, les solutions à apporter aux problèmes que posent actuellement la rage et sa recrudescence dans diverses contrées.

M. le **Secrétaire perpétuel** annonce à l'Académie que le Tome 235 (Juillet-Décembre 1952) des *Comptes rendus* est en distribution au Secrétariat.

M. **Roger Heim** signale que l'**Institut botanique Komarov** de l'Académie des sciences de l'U. R. S. S. « rend hommage à la mémoire du grand naturaliste français Lamarck à l'occasion du 125ᵉ anniversaire de la date de sa mort ».

M. **Pierre-P. Grassé** fait hommage à l'Académie des Sciences du tome XII du *Traité de Zoologie*. Ce tome est tout entier consacré à l'exposé des grands problèmes relatifs à l'embryologie, à l'anatomie comparée et aux caractéristiques biochimiques des Vertébrés. Le thème général de l'Ouvrage est de montrer l'évolution des principaux grands systèmes organiques tant au cours de l'ontogenèse que de la phylogenèse. A cet égard, le nouveau tome du *Traité de Zoologie* ne fait double emploi avec aucun des actuels manuels ou traités d'anatomie comparée ou d'embryologie.

## CORRESPONDANCE.

L'Académie est informée du *Congrès-Exposition de l'appareillage chimique* qui aura lieu, à Francfort-sur-le Main, du 14 au 22 mai 1955.

Mmes Vves **Paul Meunier, Maurice Piettre** adressent des remercîments pour les distinctions accordées à leurs maris.

Mme **Alfred Fessard**, Mlle **Alice Serres**, MM. **Henri Amiot, Louis Arbey, Georges Aubert, Paul Bailliart, Roger Balian, Jean Barraud, Augustin Blaquière, Pierre Bernard, André Boullé, Lucien Bull, Théophile Cahn, Pierre Carrière, Gilbert Castany, Étienne Crausse, Hubert Curien, Georges Darmois, Antoine Delattre, Maurice Deparis, Guy Deysson, Marius Duriez,**

**Maurice Ferrand, Alfred Fessard, Marcel Fèvre, Paul Fleury, Marc Foex, André Gempp, Paul Grenier, Michel Hervé, Jacques Houget, Georges-Sylvain Houot, Émile Josso, Marc Julia, Théo Kahan, Robert Kühner, Raymond Latarjet, Robert Lemesle, André Lichnerowicz, Jean Loriers, Louis Malassis, Gaston Mayer, Henri Milloux, Léon Pales, Paul Queney, Jean Rigaudy, Pierre Rivals, Henri Romagnesi, Maurice Rose, Mario Sollima, Max Teissié-Solier, Yves Thiry, Georges Valiron, Henri-V. Vallois, Maurice Verdun, Pierre Willm** adressent des remercîments pour les distinctions accordées à leurs travaux.

M[me] la Directrice des **Établissements de Carcado Saisseval**, M[lles] **Geneviève Beaupère, Marinette Marchandon** remercient l'Académie des encouragements qu'elles ont reçus.

MM. **Michel Bernard, Pierre Boischot, Pierre Bouché, Théophile Cahn**, le Général Commandant l'**École Polytechnique**, le Président de l'**Institut national agronomique**, le Président de la **Société d'encouragement pour l'industrie nationale** adressent des remercîments pour les subventions qui leur ont été accordées pour leurs recherches ou leurs Bibliothèques.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° *Elementos de la Teoria de Funciones*, por J. Rey Pastor.

2° *Geological Map of East Africa*, à l'échelle de 1/200 000[e] établie sous la direction de Inter-Territorial Geological Conference, 1952.

ALGÈBRE. — *Un treillis universel des géométries projectives.*
Note de M. **Marcel Paul Schützenberger**, présentée par M. René Garnier.

On dira que le treillis modulaire $\mathfrak{T}$ est un treillis universel des géométries projectives si le treillis $\mathfrak{L}_n$ des variétés linéaires de l'espace projectif à $n$ dimensions sur un corps K est, quel que soit le corps simple K, une image homomorphe de $\mathfrak{T}$ pour les opérations de réunion et d'intersection. Cette définition est satisfaite en particulier si $\mathfrak{T}$ est le treillis modulaire libre à $n+2$ générateurs. On montrera ici que :

Une condition nécessaire et suffisante pour que les $n+2$ éléments $x_i$ engendrent un treillis universel des géométries projectives ne possédant aucune image homomorphe distributive non triviale, est qu'il existe $n+2$ éléments $x_i$ tels que : 1° $x_i = p_i$ pour tout $i$, où les $p_i$ sont des polynomes latticiels en les $a_i$, dont on donnera l'expression ci-dessous; 2° l'un au moins des segments $\eta_i$ (définis ci-dessous) ne soit pas dégénéré.

*Notations.* — $i$, $j$ et $k$ sont trois indices génériques distincts de l'intervalle $I=[1, n+2]$. E (respectivement : E′) désigne l'ensemble des couples d'indices distincts de I (respectivement : de $I-j$). On pose

$$s_j=\bigcap_{i\in I-j} a_i;\qquad s=\bigcup_{i\in I} s_i;\qquad s_{jk}=s_{kj}=\bigcap_{i\in I-j-k} a_i;\qquad t_j=\bigcup_{i\in I-j} s_{ji};$$

$$r_{jk}=r_{kj}=s_{jk}\cap\left(\bigcap_{i\in I-j-k} t_i\right);\qquad q_j=\bigcup_{e\in E'} r_e;\qquad r=\bigcup_{i\in I} q_i=\bigcup_{e\in E} r_e$$

et enfin $p_i=q_i\cup s$.

1° La condition est nécessaire. Soient $x_i (i\in I)$, $n+2$ hyperplans à $n-1$ dimensions d'un espace projectif à $n$ dimensions et $y_{jk}=\bigcap_{i\in I-j-k} x_i$ leurs intersections $n$ à $n$. On vérifie que si tous les $y_{jk}$ sont distincts, ce sont des points et que l'on a en posant $x_i=a_i$ :

$$\emptyset=s_i=s;\qquad a_i=t_i=q_i=p_i;\qquad y_{jk}=s_{jk}=r_{jk}.$$

2° La condition est suffisante. Les calculs sont simplifiés en observant que d'après une remarque de Whitman [1], les $s_i$ sont distributifs, c'est-à-dire que $f(a_i\cup s_i)=f(a_i)\cup s_i$ quel que soit le polynome $f(\quad)$. On prouve ensuite :

*a.* $s_j\cup s_k\subset r_{jk}\subset s_{jk}$ d'où $a_j\cap r_{jk}=s_k$.

Comme $s_{jk}\subset a_i$ pour tout $i\in I-j-k$, on peut appliquer la loi modulaire successivement à chacun des termes $a_{i'}$ $(i'\neq i)$ du monome $s_{jk}$ dans l'expression $s_{jk}\cap t_i$ qui est donc égale à $a_i\cap(s_{ij}\cup s_{ik})$, d'où :

$$r_{jk}=s_{jk}\cap\left(\bigcap_{i\in I-j-k}(s_{ij}\cup s_{ik})\right)=s_{jk}\cap\left(\bigcap_{i\in I-j-k}(a_k\cup s_{ik})\right).$$

*b.* Si F est une partie de E et F la fermeture d'équivalence de F :

$$\bigcup_{e\in F} r_e=\bigcup_{e\in F} r_e.$$

Par symétrie il suffit de montrer que $r_{jk}\subset r_{ij}\cup r_{ik}$. On utilise la dernière expression précédente et, avec l'aide de la loi modulaire, on obtient en regroupant les termes

$$r_{ij}\cup r_{ik}=\{s_{ij}\cup s_{ik}\}\cap\{(a_j\cup s_{jk})\cap(a_k\cup s_{jk})\}\cap\left(\bigcap_{i'\in I-i-j-k}\{(a_j\cup s_{ji'})\cap(a_k\cup s_{ki'})\}\right),$$

d'où le résultat, puisque chacune des accolades est en relation $\supset$ avec l'accolade correspondante de

$$r_{ij}=\{s_{ij}\cup s_{ik}\}\cap\{s_{jk}\}\cap\left(\bigcap_{i'\in I-i-j-k}\{s_{ji'}\cup s_{ki'}\}\right).$$

---

(1) *Amer. J. Math.*, 65, 1943, p. 79-96.

*c.* $q_j \cap r_{jk} = s_k$. ($r_{ik} \subset q_j$ entraîne $s_k \subset q_j$ et, d'autre part, pour tout $e \in E'$ : $r_e \subset s_e \subset a_j$).

*d.* On écrit $s'_j$, $s'_{jk}$, ..., $p'_i$ pour représenter le polynome correspondant, mais où les $a_i$ sont remplacés par les $q_i$. On a :

$$r'_{jk} = r_{jk} \qquad \text{et} \qquad q'_j = q_j$$

($q_i \subset a_i$ entraîne $s'_{jk} \subset s_{jk}$ et $r_{jk} \subset q_i$ entraîne $q_i \cap s_{jk} = r_{jk}$ ; donc $s'_{jk} = r_{jk}$, $t'_j = q_j$, etc.).

*e. Impossibilité d'une image homomorphe distributive non triviale.* — Tous les segments tels que $\eta_j = [q_j \cup s\,;\, r]$ sont projectivement équivalents et équivalents aux $\eta_{jk} = [s_j \cup s_k\,;\, r_{jk}]$. $((q_j \cup s) \cap r_{jk} = s_j \cup s_k$ et $q_j \cup s \cup r_{jk} = r$ entraînent l'équivalence de $[q_j \cup s\,;\, r]$ et de $[s_j \cup s_k\,;\, r_{jk}]$. D'où le résultat puisque $\eta_j$ est symétrique en les $a_i (i \in I - j)$ et $\eta_{jk}$ en $a_j$ et $a_k$).

Dans une publication ultérieure on envisagera certaines conséquences des résultats précédents dans la théorie des lois universelles des treillis modulaires.

THÉORIE DES FONCTIONS. — *Sur la représentation conforme des aires multiplement connexes.* Note de M. **Joseph L. Walsh**, présentée par M. Paul Montel.

Des cas limites d'un résultat récent de l'auteur peuvent se démontrer ; ils se montrent importants dans la théorie des séries d'interpolation.

Nous indiquons la démonstration du théorème suivant :

*Soit* D *une aire du plan des z dont la frontière consiste en courbes de Jordan* $C_1, C_2, \ldots, C_\nu$, *deux à deux disjointes; soient* $\alpha_1, \alpha_2, \ldots, \alpha_\mu$, *des points arbitraires distincts de* D, *et soient* $M_1, M_2, \ldots, M_\mu$, *des nombres positifs avec* $\Sigma M_j = 1$. *Il existe une représentation conforme de* D *sur une aire* $\Delta$ *du plan des* Z, *continue et biunivoque dans les aires fermées, où* $\Delta$ *est définie par*

$$\left| \frac{A(Z-a_1)^{M_1}(Z-a_2)^{M_2}\ldots(Z-a_\mu)^{M_\mu}}{(Z-b_1)^{N_1}(Z-b_2)^{N_2}\ldots(Z-b_\nu)^{N_\nu}} \right| < 1, \qquad \Sigma N_j = 1. \tag{1}$$

*Les* $a_j$ *sont les images des* $\alpha_j$; *les images des* $C_j$ *séparent les* $b_j$ *respectivement de* $\Delta$.

Ce théorème est un cas limite d'un théorème dont la démonstration [1] s'applique avec quelques modifications que nous allons exposer.

Écartons le cas classique $\mu = 1$, $\nu = 1$, et prenons les courbes $C_j$ analytiques, D à l'intérieur de $C_1$. Si $g_j(z)$ désigne la fonction de Green pour l'aire D avec pôle au point $\alpha_j$, nous posons

$$u(z) \equiv M_1 g_1(z) + M_2 g_2(z) + \ldots + M_\mu g_\mu(z),$$

---

[1] J. L Walsh, *Comptes rendus*, 239, 1954, p. 1572.

fonction qui est harmonique sur chacune des courbes $C_j$ et un peu au delà, disons dans une aire fermée D′ qui contient la fermeture $\bar{D}$ de D et dont la frontière $C' : u(z) = -\delta (< 0)$ consiste en ν courbes de Jordan analytiques. Si $v(z)$ est la fonction conjuguée de $u(z)$, la formule de Green s'écrit [2]

$$u(z) \equiv \int_0^1 \log|z-t|\,d\sigma - \sum_1^{\mu} M_j \log|z-\alpha_j| - \delta,$$

$$d\sigma = \frac{dv}{2\pi}, \qquad \int_{C'} d\sigma = 1.$$

La dérivée de $u(z) + iv(z)$ ne s'annule pas sur $C_j$ ou $C'$.

Si les $\beta_K$ (qui dépendent de $n$) divisent C′ en $n$ parties égales par rapport au paramètre σ, et si l'on choisit les entiers $m_j$ qui dépendent de $n$ avec $\Sigma m_j = n$, $m_j/n \to M_j$, on a uniformément dans $\bar{D}$ :

$$u_n(z) \equiv \frac{1}{n}\sum_1^n \log|z-\beta_K| - \frac{1}{n}\sum_1^{\mu} m_j \log|z-\alpha_j| - \delta \to u(z).$$

Pour $n \to \infty$, D est approché par $D_n : |u_n(z)| > 0$, aire à frontière formée par ν courbes de Jordan analytiques près des $C_j$. Chaque point de D se trouve dans tous les $D_n$ pour $n$ assez grand ; chaque point extérieur à D appartient au plus à un nombre fini de $D_n$. $D_n$ se représente par l'inégalité $|R_n(z)| > 1$,

$$R_n(z) \equiv e^{nu_n(z)} \equiv \frac{e^{-n\delta}(z-\beta_1)(z-\beta_2)\ldots(z-\beta_n)}{(z-\alpha_1)^{m_1}(z-\alpha_2)^{m_2}\ldots(z-\alpha_\mu)^{m_\mu}}.$$

L'équation $w = R_n(z)$ définit la représentation conforme du plan des $z$ sur une surface de Riemann à $n$ feuillets et l'image $|w| > 1$ de $D_n$ est connexe, ayant pour frontière ν circonférences $|w| = 1$ des multiplicités $n_j$, les $n_j$ étant les nombres des $\beta_k$ sur les composantes respectives de C′. Les ν aires du plan des $z$ complémentaires à $D_n$ ont pour images ν aires simplement connexes, recouvrant $|w| < 1$ respectivement $n_j$ fois.

Nous définissons une surface $\sigma_1$ en remplaçant continûment chacune de ces ν aires par une surface connexe recouvrant $|w| < 1$ également $n_j$ fois, avec un seul point de ramification $w = 0$. Donc (Schwarz) $\sigma_1$ se représente sur le plan des Z par une transformation biunivoque :

$$w = S_n(Z) \equiv \frac{A_n(Z-b'_1)^{n_1}(Z-b'_2)^{n_2}\ldots(Z-b'_\nu)^{n_\nu}}{(Z-a'_1)^{m_1}(Z-a'_2)^{m_2}\ldots(Z-a'_\mu)^{m_\mu}};$$

les $a'_j$ et $b'_j$ (dépendants de $n$) sont tous distincts, les $b'_j$ extérieurs à l'image $\Delta_n$ : $|S_n(Z)| > 1$ de $D_n$ et les $a'_j$ dans $\Delta_n$ comme images des $\alpha_j$. Nous écrivons $Z = Z_n(z)$

(2) J. L. Walsh, *Interpolation and Approximation*, New York, 1935, p. 215.

la transformation $R_n(z) = S_n(Z)$. Choisissons $a'_1$, $b'_1$, $b'_2$ comme points $a_1$, $b_1$, $b_2$ distincts indépendants de $n$. [Si $\nu = 1$ on fixe $a'_1$, $a'_2$, $b'_1$.]

Les fonctions $Z_n(z)$ admettent dans l'aire $D_0$, définie comme D avec l'omission du point $\alpha_1$, les valeurs exceptionnelles $a_1$, $b_1$, $b_2$. On démontre qu'aucune suite partielle des $Z_n(z)$ ne tend vers une limite constante (finie ou infinie) dans $D_0$, donc la famille des fonctions $Z_n(z)$ est normale dans D, et la démonstration s'achève de la façon indiquée auparavant [1].

Dans la théorie de l'approximation et de l'interpolation d'une fonction $f(z)$, il faut souvent couvrir un domaine donné par les courbes de niveau d'une fonction harmonique, fonction qui dépend évidemment du processus de l'approximation ou de l'interpolation ; le degré de l'approximation de $f(z)$ et le domaine de convergence de la suite d'approximation dépendent en premier lieu des aires d'holomorphie de $f(z)$ par rapport à ce système de courbes. Le théorème présent est utile dans de telles circonstances, car les $\alpha_j$ peuvent servir comme points d'interpolation. Les courbes de niveau de la fonction dans (1) sont des lemniscates généralisées, particulièrement simples si $\mu = 1$.

## THÉORIE DES FONCTIONS. — *Sur une classe de fonctions univalentes.* Note de M. Maxwell Reade, présentée par M. Arnaud Denjoy.

Démonstration de l'inégalité $|a_n| \subseteq n$, si $a_0 = 0$, $a_1 = 1$, pour le développement $\Sigma a_n z^n$ des fonctions de la classe définie dans la Note.

Soit $f(z)$ une fonction analytique et univalente pour $|z| < 1$. Selon M. W. Kaplan [1] on dit que $f(z)$ est presque convexe seulement s'il y a une fonction $\Phi(z)$, analytique, univalente, et convexe pour $|z| < 1$, telle que

(1) $$\mathcal{R}\frac{f'(z)}{\Phi'(z)} \geq 0 \qquad (|z| < 1).$$

Si les fonctions $f(z)$ et $\Phi(z)$ ont les formes normalisées

(2) $$f(z) \equiv z + a_2 z^2 + a_3 z^3 + \dots,$$

(3) $$\Phi(z) \equiv z + a_2 z^2 + b^3 z^3 + \dots,$$

il est facile de voir que l'on a

(4) $$g(z) \equiv \frac{f'(z)}{\Phi'(z)} = 1 + c_1 z + c_2 z^2 + \dots.$$

Or, si $f(z)$ est presque convexe, on a $\mathcal{R} g(z) \geq 0$, et il est bien connu que pour une telle fonction on a [2]

(5) $$|c_n| \leq a \qquad (n \geq 1)$$

---

(1) *Michigan Math. J.*, 1, 1952, p. 169-185.

(2) C. Caratheodory, *Rend. Circ. Mat. Palermo*, 32, 1911, p. 465-472.

D'ailleurs, on sait que pour les fonctions convexes (3) on a [3]

(6) $$|b_n| \leq 1 \qquad (n \geq 1).$$

En se servant des relations entre les coefficients $a_n$, $b_n$, $c_n$, déduites de (2), (3) et (4), et en se servant des inégalités (5) et (6), on obtient

(7) $$|a_n| \leq n, \qquad (n \geq 2).$$

Si les fonctions $f(z)$ et $\Phi(z)$ ne sont pas normalisées comme dans (2) et (3) plus haut, on peut, par des transformations simples, obtenir le résultat suivant.

THÉORÈME. — *Si* $f(z) \equiv \sum_0^\infty a_n z^n$ *est analytique et presque convexe pour* $|z| < 1$, *on a les inégalités*

$$|a_n| \leq n\,|a_1| \qquad (n \geq 1).$$

Cela démontre, sous la restriction indiquée, la célèbre hypothèse de M. L. Bieberbach. Comme M. Kaplan l'a établi, sa nouvelle classe est plus étendue, effectivement, que les classes bien connues « convexes » et « étoilées » et la classe introduite par MM. S. Robertson [4] ; notre théorème contient donc les anciens résultats, et un peu plus.

En se servant de la classe de fonctions presque convexes, on peut donner une démonstration directe et simple de l'inégalité

$$|a_n| \leq n^2 \qquad (n \geq 1),$$

pour les fonctions (2) qui sont « étoilées dans une direction » [4]. D'ailleurs, on peut donner une démonstration d'un théorème de M. V. Paatero : les fonctions (2) qui sont analytiques pour $|z| < 1$, pour lesquelles $f'(z) \neq 0$, et pour lesquelles la rotation de la frontière est bornée par $4\pi$, sont univalentes pour $|z| < 1$ [5].

Par des considérations semblables, on peut obtenir le théorème suivant, qui contient un résultat de M. A. Renyi [6].

THÉORÈME. — *Soit* $f(z) \equiv z + a_2 z^2 + a_3 z^3 + \ldots$ *analytique pour* $|z| < 1$. *Supposons* $f'(z) \neq 0$, et

$$\int_{\theta_1}^{\theta_2} \mathcal{R}\left(1 + re^{i\theta}\,\frac{f''(re^{i\theta})}{f'(re^{i\theta})}\right) d\theta > -\frac{\pi}{\alpha}$$

*pour tout* $\theta_1 < \theta_2$ *et pour tout* $r$, $0 \leq r < 1$. *Alors,* $f(z)$ *est univalente et l'on a*

$$|a_n| \leq \frac{n+1}{2} \qquad (n \geq 1).$$

Enfin, on peut faire des applications des fonctions presque convexes aux fonctions $p$-valentes pour obtenir quelques résultats analogues.

---

(3) I. PRIVALOFF, *Mat. Sbornik*, 31, 1924.

(4) M. S. ROBERTSON, *Amer. J. Math.*, 58, 1936, p. 465-472.

(5) V. PAATERO, *Ann. Acad. Sc. Fenn.*, A, 37, 1933, p. 9.

(6) *Publ. Mathem. Debrecen*, 1, 1949, p. 18-23.

GÉOMÉTRIE DIFFÉRENTIELLE. — *Sur les automorphismes infinitésimaux d'une G-structure.* Note (*) de M. **Robert Hermann**, présentée par M. Arnaud Denjoy.

Résultats locaux et globaux sur les automorphismes infinitésimaux d'une G-connexion généralisant les résultats et rectifiant une erreur dans une Note précédente [1].

5. On conserve les notations de la Note précédente [1]. Soit $G \subset GL(n)$ et soit donnée une G-structure sur $V_n$. Étant donné un recouvrement $(U^\alpha)$ de $V_n$, la G-structure est définie dans chaque $U^\alpha$ par $n$ formes de Pfaff indépendantes $(\omega_1^\alpha, \ldots, \omega_n^\alpha) = \omega^\alpha$, telle que, dans $U^\alpha \cap U^\beta$, $\omega^\alpha = M^{\alpha\beta}\omega^\beta$, où la matrice des fonctions $M^{\alpha\beta} \in G$ en chaque point de $U^\alpha \cap U^\beta$. Une G-connexion associée à la G-structure est donnée dans chaque $U^\alpha$ par une $n \times n$-matrice $\theta^\alpha$ des formes de Pfaff telle que $\theta^\alpha \in \tilde{G}$ en chaque point de $U^\alpha$ et telle que, dans $U^\alpha \cap U^\beta$, $\theta^\alpha = dM^{\alpha\beta}M^{\beta\alpha} + M^{\alpha\beta}\theta^\beta M^{\beta\alpha}$. La matrice de courbure associée à la G-connexion est définie par $\Omega^\alpha = d\theta^\alpha - \theta^\alpha \wedge \theta^\alpha$, avec la loi tensorielle de transformation dans $U^\alpha \cap U^\beta : \Omega^\alpha = M^{\alpha\beta}\Omega^\beta M^\beta$. Pour chaque $x \in U$, définissons $K_n^\alpha = L_x(\Omega^\alpha)$. Si $x \in U^\alpha \cap U^\beta$, alors $K_x^\alpha = M^{\alpha\beta}(x) K_x^\beta M^{\beta\alpha}(x)$ et alors le système $(K_x^\alpha)$ définit en chaque point $x \in V$ une algèbre de Lie $K_x$ d'endomorphismes de l'espace tangent en ce point. [Cette algèbre n'est pas égale en général à l'algèbre de Lie du groupe d'holonomie, d'où une erreur dans la Note précédente [1]. C'est vrai cependant pour les métriques symétriques; la démonstration donnée pour le théorème 3 est donc encore valable. Nous allons démontrer par une autre méthode un théorème comprenant tous les résultats précédents].

Soit $\eta$ un champ vectoriel sur V. Dans chaque $U^\alpha$ il existe une matrice $a^\alpha$ de fonctions telle que $\eta(\omega^\alpha) = a^\alpha \omega^\alpha$. $\eta$ définit un automorphisme infinitésimal de la G-connexion resp. (G-structure) si :

(1) $$da^\alpha = \eta(\theta^\alpha) + \theta^\alpha a^\alpha - a^\alpha \theta^\alpha,$$

(2) $a^\alpha \in \tilde{G}$ en chaque point de U.

6. Admettons que $\tilde{G}$ est réductive dans $L_n$, c'est-à-dire que $L_n = \tilde{G} \oplus \tilde{M}$ où $adj\,\tilde{G}(\tilde{M}) \subset \tilde{M}$. Admettons de plus que $\eta$ définit un automorphisme infinitésimal de la G-connexion. Alors, $a^\alpha = b^\alpha + c^\alpha$, où $b^\alpha \in \tilde{G}$ et $c^\alpha \in \tilde{M}$ en chaque point de U. On déduit :

(3) $$dc^\alpha = \theta^\alpha c^\alpha - c^\alpha \theta^\alpha$$

---

(*) Séance du 8 décembre 1954.

(1) *Comptes rendus*, 239, 1954, p. 1178.

et

$$O = \Omega^{\alpha} c^{\alpha} - c^{\alpha} \Omega^{\alpha}. \tag{4}$$

On a, dans $U^{\alpha} \cap U^{\beta}$, $c^{\alpha} = M^{\alpha\beta} c^{\beta} M^{\beta\alpha}$ et alors le système $(c^{\alpha})$ définit un champ sur V, $C : x \to C_x$, où $C_x$ est un endomorphisme de l'espace tangent en $x$. L'équation (3) signifie que la dérivée covariante du champ C par rapport à la G-connexion est nulle, c'est-à-dire que le champ C est invariant par le transport parallèle. Suivant M. Nijenhuis ([2]), l'algèbre de Lie du groupe d'holonomie de la G-connexion au point $x$, $\tilde{H}_x$, est engendrée par le transport parallèle des endomorphismes de $K_x$ sur les lacets homotopes à zéro d'origine $x$. On en déduit :

LEMME 2. — *$C_x \in$ centralisateur de $\tilde{H}_x$ dans l'algèbre des endomorphismes de l'espace tangent au point $x$.*

Du lemme 2 on déduit les théorèmes 1, 2 et 3 sans aucune hypothèse sur la régularité des points de V et en évitant l'erreur signalée plus haut.

THÉORÈME 4. — *Soit V compacte et connexe et n'admettant pas de structure presque-complexe. Si V est munie d'une G-structure et d'une G-connexion où G est un groupe de matrices unimodulaires réductif dans $L_n$ et si le groupe d'holonomie de la G-connexion est irréductible, alors tout automorphisme infinitésimal de la G-connexion est de plus un automorphisme de la G-structure.*

Remarquons que si V n'admet pas de structure presque-complexe, le groupe d'holonomie appartient à la première classe de Cartan, c'est-à-dire qu'il est de plus irréductible sur les nombres complexes.

7. Maintenant, admettons que $G \subset SO(n)$ et que la G-structure est sans torsion. Celle-ci définit une métrique riemannienne sur V c'est-à-dire, une forme quadratique $q_x$ sur l'espace tangent au point $x$. Admettons que le champ $\eta$ est une isométrie infinitésimale; donc l'endomorphisme $C_x$ satisfait la condition : $q_x(t, C_x(t)) = 0$ pour chaque vecteur $t$ tangent en $x$. $x \to q_x(s, C_x(t))$ est une forme différentielle sur V qui est invariante par le transport parallèle et qui par suite est harmonique. On en déduit

THÉORÈME 5. — *Si V est compacte et munie d'une G-structure sans torsion telle que $G \subset SO(n)$ et si de plus le deuxième nombre de Betti de V est zéro, alors tout groupe connexe d'isométries de la structure riemannienne est contenu dans le groupe d'automorphismes de la G-structure.*

COROLLAIRE 6. — *Le groupe d'holonomie d'une métrique riemannienne homogène sur une sphère de dimension paire $2n$ est le groupe $SO(2n)$.*

---

([2]) *Indagationes Mathematicæ*, 15, 1953, p. 237.

GÉOMÉTRIE DIFFÉRENTIELLE. — *Extension du calcul des jets aux jets non holonomes*. Note de M. **Charles Ehresmann**, présentée par M. Arnaud Denjoy.

Cette Note fait suite à six Notes antérieures (1). Définition des jets non holonomes et semi-holonomes. Prolongements d'un « système différentiel général ». Composition de jets non holonomes. Prolongements « parfaits « d'une variété différentiable.

Soient $V_n$ et $V_m$ deux variétés de classe $\geq r$. Si $r = k + l$, la variété $\mathcal{J}^k(V_n, V_m)$ des jets d'ordre $k$ de $V_n$ dans $V_m$ est de classe $\geq l$ ainsi que les projections $\alpha$ et $\beta$ [où $\alpha(X)$ désigne la source du jet X, $\beta(X)$ son but]. Soit $\sigma$ un relèvement local de classe $l$ de $V_n$ dans $\mathcal{J}^k(V_n, V_m)$; c'est-à-dire $\alpha\sigma$ est l'application identique d'un ouvert de $V_n$. Le jet $j^l_x\sigma$ sera appelé *jet non holonome* de $V_n$ dans $V_m$. L'ensemble de ces jets forme une sous-variété $\pi^l\mathcal{J}^k(V_n, V_m)$ de $\mathcal{J}^l(V_n, \mathcal{J}^k(V_n, V_m))$. La variété $\mathcal{J}^r(V_n, V_m)$ s'identifie canoniquement à une sous-variété de $\pi^l(\mathcal{J}^k(V_n, V_m)$, en identifiant $j^r_x f$ à $j^l_x(j^k f)$, où $j^k f$ désigne le relèvement local $x \to j^k_x f$ d'une application $f$ de $V_n$ dans $V_m$.

On peut identifier $\pi^l\mathcal{J}^k(V_n, V_m)$ à la variété des éléments de contact de dimension $n$ et d'ordre $l$ de $\mathcal{J}^k(V_n, V_m)$ qui se projettent régulièrement sur $V_n$. Alors $\mathcal{J}^r(V_n, V_m)$ s'identifie à une sous-variété d'éléments de contact d'ordre $l$ de $\mathcal{J}^k(V_n, V_m)$, c'est-à-dire à un « système de Pfaff généralisé » dont les variétés intégrales sont les applications multiformes de classe $r$ de $V_n$ dans $V_m$. Si $k = r - 1$, ce système est défini localement par un système de Pfaff ordinaire.

Soit $\Phi$ un espace extrait de $\mathcal{J}^k(V_n, V_m)$, c'est-à-dire un ouvert séparé de l'espace des germes de sous-espaces de $\mathcal{J}^k(V_n, V_m)$; on peut le considérer comme un « système différentiel général ». Les $l$-jets des relèvements locaux de $V_n$ dans $\Phi$ forment le *prolongement non holonome* $\pi^l\Phi$. C'est un espace extrait de $\pi^l\mathcal{J}^k(V_n, V_m)$ ; son sous-espace extrait de $\mathcal{J}^r(V_n, V_m)$ est le *prolongement holonome* $\Phi^l$ de $\Phi$. Par récurrence on définit le prolongement non holonome général $\tilde{\Phi}^l$ en posant $\tilde{\Phi}^0 = \Phi$, $\tilde{\Phi}^i = \pi^1\tilde{\Phi}^{i-1}$. On peut identifier $\pi^l\Phi$ à un sous- espace de $\tilde{\Phi}^l$.

En partant de $\Phi = \mathcal{J}^1(V_n, V_m)$ on obtient ainsi $\tilde{\mathcal{J}}^r(V_n, V_m)$, espace des jets non holonomes généraux d'ordre $r$ de $V_n$ dans $V_m$. L'espace $\mathcal{J}^r(V_n, V_m)$ s'identifie à un sous-espace de $\tilde{\mathcal{J}}^r(V_n, V_m)$. On définit encore la projection canonique $j^k$ de $\tilde{\mathcal{J}}^r(V_n, V_m)$ sur $\tilde{\mathcal{J}}^k(V_n, V_m)$, admettant pour restriction la projection

(1) *Comptes rendus*, 233, 1951, p. 598, 777, 1081; 234, 1952, p. 587, 1028, 1424; *Voir* également : Les prolongements d'une variété différentiable (Atti del IV Congresso U. M. I. Taormina 1951). Introduction à la théorie des structures infinitésimales et des pseudogroupes de Lie (Colloque International de géométrie différentielle de Strasbourg, C. N. R. S. 1953).

canonique de $\mathcal{J}^r(V_n, V_m)$ sur $\mathcal{J}^k(V_n, V_m)$. De même on définit les projections $\alpha$ et $\beta$ (source et but) de $\tilde{\mathcal{J}}^r(V_n, V_m)$ sur $V_n$ et $V_m$.

Si $\Phi$ est un espace extrait de $\tilde{\mathcal{J}}^k(V_n, V_m)$, soit $\overline{\pi}^1\Phi$ le sous-espace de $\pi^1\Phi$ formé par l'ensemble des éléments $j^1_x\sigma$, où $\sigma$ est un relèvement local de $V_n$ dans $\Phi$ vérifiant la condition supplémentaire $j^r_x(j^{k-1}\circ\sigma)=\sigma(x)$. Par récurrence on définit encore le prolongement $\overline{\Phi}^h$, en posant $\overline{\Phi}^0=\Phi$, $\overline{\Phi}^i=\overline{\pi}^1\overline{\Phi}^{i-1}$. En partant de $\Phi=\mathcal{J}^1(V_n, V_m)$ on obtient ainsi l'espace $\overline{\mathcal{J}}^r(V_n, V_m)$ dont les éléments seront appelés *jets semi-holonomes* d'ordre $r$ de $V_n$ dans $V_m$. $\overline{\mathcal{J}}^r(V_n, V_m)$ est un sous-espace de $\tilde{\mathcal{J}}^r(V_n, V_m)$; il contient $\mathcal{J}^r(V_n, V_m)$ et il est appliqué par $j^k$ sur $\overline{\mathcal{J}}^k(V_n V_m)$. Un élément de $\mathcal{J}^r(V_n, V_m)$ sera aussi appelé jet holonome. Si $\Phi$ est un espace extrait de $\overline{\mathcal{J}}^k(V_n, V_m)$, on obtient le prolongement semi-holonome $\overline{\Phi}^l$ qui sera extrait de $\overline{\mathcal{J}}^r(V_n, V_m)$.

La loi de composition entre jets holonomes s'étend aux jets non holonomes. Soit $V_p$ une troisième variété de classe $\geq r$. Soit $\sigma$ un relèvement local de classe $l$ de $V_n$ dans $\mathcal{J}^k(V_n, V_m)$; soit $\sigma'$ un relèvement local de classe $l$ de $V_m$ dans $\mathcal{J}^k(V_m, V_p)$. Posons $X=j^l_x\sigma$ et $X'=j^l_{x'}\sigma'$ en supposant $x'=\beta(\sigma(x))$. L'application $u\to\sigma'(u')\,\sigma(u)$, où $u'=\beta(\sigma(u))$, est un relèvement local $\sigma''$ de classe $l$ de $V_n$ dans $\mathcal{J}^k(V_n, V_p)$. Le jet $j^l_x\sigma''$ ne dépend que de X et de X' et nous pouvons poser $X'X=j^l_x\sigma''$. Cette loi de composition permet de définir par récurrence une loi de composition $(X'X)\to X'X$, où $X\in\tilde{\mathcal{J}}^r(V_n, V_m)$, $X'\in\tilde{\mathcal{J}}^r(V_m, V_p)$, $\beta(X)=\alpha(X')$, $X'X\in\tilde{\mathcal{J}}^r(V_n, V_p)$. Le composé de deux jets semi-holonomes est semi-holonome. Par restriction aux jets holonomes, on retrouve la loi de composition entre jets holonomes.

Un jet semi-holonome $X\in\overline{\mathcal{J}}^r(V_n, W_n)$ est inversible si le jet du premier ordre $j^1(X)$ est inversible. L'ensemble des éléments inversibles de $\overline{\mathcal{J}}^r(V_n, V_n)$ forme un groupoïde $\overline{\Pi}^r(V_n)$, prolongement semi-holonome du groupoïde $\Pi^1(V_n)$. Les éléments inversibles de source et de but $x\in V_n$ forment un groupe $\overline{L}^r_x(V_n)$, isomorphe au groupe $\overline{L}^r_n=\overline{L}^r_0(R^n)$, qui contient $L^r_n$ comme sous-groupe.

Le prolongement semi-holonome d'un sous-groupoïde $\Phi$ de $\Pi^1(V_n)$ est un sous-groupoïde $\overline{\Phi}^{r-1}$ de $\overline{\Pi}^r(V_n)$. En particulier soit $\Phi$ le groupoïde associé à une structure infinitésimale régulière de groupe $G\subset L_n$ sur $V_n$ (appelée aussi G-structure). Par prolongement semi-holonome il lui correspond un sous-groupoïde $\overline{\Phi}^{r-1}$ de $\overline{\pi}^r(V_n)$ et un sous-groupe de $\overline{L}^r_x(V_n)$. A la G-structure intégrable triviale sur $R^n$ correspond ainsi un sous-groupe $G_{r-1}$ de $\overline{L}^r_n$; c'est une extension du groupe G.

Un élément de $\overline{\mathcal{J}}^r(R^p, V_n)$ de source O et de but $x$ sera appelé vitesse semi-holonome d'ordre $r$ et d'origine $x$. Soit $\overline{T}^r_p(V_n)$ l'ensemble de ces vitesses semi-holonomes. On définit de même l'espace $\overline{T}^{r*}_p(V_n)$ des covitesses semi-holo-

nomes. Un élément inversible de $\overline{T}_n^r(V_n)$ ou de $\overline{T}_n^{r\star}(V_n)$ sera appelé repère ou corepère semi-holonome. L'espace $\overline{H}^r(V_n)$ des repères semi-holonomes de $V_n$ est un prolongement d'ordre $r$ de $V_n$, c'est-à-dire un espace fibré associé à $H^r(V_n)$, espace des repères d'ordre $r$. De plus $\overline{H}^r(V_n)$ est un espace fibré principal de fibre $\overline{L}_n^r$. L'espace $\overline{T}_p^r(V_n)$, ainsi que $\overline{T}_p^{r\star}(V_n)$, est aussi un prolongement d'ordre $r$ de $V_n$; mais de plus c'est un espace fibré associé à l'espace fibré principal $\overline{H}^r(V_n)$. Appelons *prolongement parfait* tout espace fibré associé à $\overline{H}^r(V_n)$. Pour qu'un prolongement ordinaire soit parfait, il faut et il suffit que la loi de composition $(s, y) \to sy$, où $s \in L_n^r$ et $y \in F$ (fibre du prolongement), s'étende à $\overline{L}_n^r$. Si $E_0, E_1, \ldots, E_r$ est une suite d'espaces telle que $E_0 = V_n$ et $E_i =$ prolongement du premier ordre de $E_{i-1}$, l'espace $E_r$ est un prolongement parfait d'ordre $r$ de $V_n$.

CALCUL DES PROBABILITÉS. — *Développement de la théorie stochastique des lignes téléphoniques pour un état initial quelconque.* Note de M. **Félix Pollaczek**, présentée par M. Émile Borel.

Ci-après nous indiquons les modifications subies par les formules de la théorie stochastique des lignes téléphoniques, avec ou sans dispositif d'attente (d. a.), lorsqu'au lieu de l'état de non-occupation, on part d'un état initial quelconque. Nous admettons que, sur un groupe de $s \geq 1$ lignes interchangeables, des appels, respectivement de durées de communication $\ldots, T_{-1}, T_0, T_1, \ldots,$ soient lancés aux instants $\ldots X_{-1} \leq X_0 \leq X_1 \leq \ldots$ et considérons les $T_i$ ainsi que les intervalles $Y_i = X_{i+1} - X_i$ comme des variables aléatoires indépendantes respectivement de fonctions de répartition $f_1(t)$ et $f_2(y)$. Supposons que les appels sont traités dans l'ordre de leur lancement et désignons par $X_0 + t_1, \ldots, X_0 + t_s$ (en numérotant les $t_i$ de manière arbitraire) les $s$ dernières fins de communications provenant d'appels antérieurs à $X_0$. Dans chaque cas particulier, toutes les grandeurs relatives aux appels postérieurs à $X_{-1}$ s'exprimeront alors par les seuls $s$ nombres $t_1^+ = \max(t_1, 0), \ldots, t_s^+$ et les variables aléatoires $T_0, Y_0$; $T_1, Y_1; \ldots,$ si bien que toutes les probabilités et espérances mathématiques (e. m.) concernant ces appels seront des fonctions (symétriques) des $t_i^+$, considérés comme donnés.

Pour $t_1^+ = \ldots = t_s^+ = 0$, nous avons ramené le calcul des fonctions génératrices (f. g.) des probabilités et e. m. concernant un groupe de $s$ lignes *avec* d. a. (comme, par exemple, le calcul de la f. g. $\sum_{n=0}^{\infty} z^n \mathfrak{M} e^{-q\tau_n}$, où $z$ et $q$ sont des paramètres tels que $|z| < 1$, $R(q) \geq 0$, $\tau_n$ désignant le délai d'attente du $n^{\text{ième}}$ appel et $\mathfrak{M}$, l'e. m.) à la résolution d'un système de $s$ équations intégrales simultanées (1), (2).

---

(1) *Ann. Inst. H. Poincaré*, **11**, 1949, p. 135-173 [équat. (41 *a*, *b*) et (83 *a*, *b*)].

(2) *Comptes rendus*, **236**, 1953, p. 578 [équat. (1 *a*, *b*)].

Aux premiers membres de ces équations figurent, outre $z$, $s+1$ fonctions analytiques $F_\lambda(z_1, \ldots, z_\lambda; y)$ ($\lambda = 0, \ldots, s$), $F_s$ étant une forme linéaire de $F_0, \ldots, F_{s-1}$; leurs seconds membres sont des fonctions données $c_\lambda(z_1, \ldots, z_\lambda; y)$, symétriques (de même que les $F_\lambda$) en $z_1, \ldots, z_\lambda$, et différentes suivant la f. g. cherchée qui, dans chaque cas, est donnée par $F_0(0)$.

En appliquant la méthode exposée dans ([1]) et les opérateurs définis dans ([3]) au cas général $(t_1^-, \ldots, t_s^+) \neq (0, \ldots, 0)$, nous obtenons pour les f. g. en question, au lieu de $F_0(0)$, l'expression

$$(1)\quad H_s(t_1, \ldots, t_s; F_\lambda \varepsilon_2^{-1}) = \sum_{\lambda=0}^{s} \sum_{1', \ldots, \lambda'=1}^{s} C'_1 \ldots C'_\lambda \, e^{-\sum_1^\lambda \zeta_\nu t_{\nu'}} F_\lambda\left(\zeta_1, \ldots, \zeta_\lambda; \sum_1^\lambda \zeta_\nu\right) \varepsilon_2^{-1}\left(\sum_1^\lambda \zeta_\nu\right)$$

qui, pour $t_1 \leqq t_2, \ldots, t_s$, peut être transformée en

$$(2)\quad \sum_{\lambda=0}^{s-1} \sum_{1', \ldots, \lambda'=2}^{s} C C'_1 \ldots C'_\lambda \, e^{-\zeta t_1 - \sum_1^\lambda \zeta_\nu t_{\nu'}} F_\lambda\left(\zeta_1, \ldots, \zeta_\lambda; \zeta + \sum_1^\lambda \zeta_\nu\right) \varepsilon_2^{-1}\left(\zeta + \sum_1^\lambda \zeta_\nu\right).$$

Nous avons posé ici

$$C'_\nu = \frac{1}{2\pi i} \int_{i\infty - 0}^{-i\infty - 0} \ldots \frac{d\zeta_\nu}{\zeta_\nu} \qquad (\nu = 1, \ldots, s,$$

$$C = \frac{1}{2\pi i} \int_{-i\infty + 0}^{i\infty + 0} \ldots \frac{d\zeta}{\zeta}, \qquad \varepsilon_i(\zeta) = \int_0^\infty e^{\zeta t} \, df_i(t) \quad (i = 1, 2),$$

les indices $1', \ldots, \lambda'$ parcourant toutes les combinaisons $\lambda$ à $\lambda$ des nombres 1 (ou 2), ..., $s$. (1) et (2) permettent d'étudier les probabilités et e. m. en question en fonction des $t_i$. Dans les hypothèses admises pour les $\varepsilon_i$ dans ([2]), il vient :

$$F_\lambda(z_1, \ldots, z_\lambda; y)\, \varepsilon_2^{-1}(y) = O(|y|^{-1}) \qquad [\text{pour } R(y), R(z_1), \ldots, R(z_\lambda) \leqq 0],$$

de sorte que toute intégrale de (1) où figure un $t_i \leqq 0$, s'annule.

Dans ([4]) et ([5]), le calcul des fonctions génératrices des probabilités relatives à un groupe de $s$ lignes *sans* dispositif d'attente a été ramené, pour $t_1^+ = \ldots = t_s^+ = 0$, à la résolution d'un autre système de $s$ équations intégrales simultanées (dont les deuxièmes membres $c_\lambda$ ne dépendent pas de $y$) satisfaites par $s+1$ fonctions $F_\lambda(z_\nu; y)$, la f. g. cherchée étant toujours donnée par $F_0(0)$. Comme précédemment, nous obtenons dans le cas général, au lieu de $F_0(0)$, l'expression (1) (dont le dernier terme sera supprimé si au moins *un* $t_i$ s'annule) ou (2) [dont le premier terme sera remplacé, pour $t_1 = 0$, par $F_0(0)$]. Cependant, dans le cas présent (1) et (2) se simplifient en vertu de la relation [*voir* par exemple ([4]),

---

([3]) *Ann. Inst. H. Poincaré*, **11**, 1949, p. 113-133.

([4]) *Ann. Inst. H. Poincaré*, **12**, 1951, p. 57-96 [équat. (26 *a*, *b*), (28), (29)].

([5]) *Comptes rendus*, **236**, 1953, p. 1469.

équat. (27) et (86)]

$$F_\lambda(z_1 \ldots, z_\lambda; y)\,\varepsilon_2^{-1}(y) = G_\lambda(z_1, \ldots, z_\lambda)\,(1 - z\varepsilon_2(y))^{-1}.$$

Notons enfin l'identité

$$(3) \qquad z\int_0^\infty df_1(t)\int_0^\infty df_2(y)\,H_s^S(t_1, \ldots, t_s; F_\lambda\varepsilon_2^{-1}) = H_s(t'_1, \ldots, t'_s; F_\lambda\varepsilon_2^{-1} - c_\lambda),$$

établie en remontant aux valeurs initiales $t'_i$ relatives à $X_{-1}$, où S désigne l'une ou l'autre des substitutions

$$(4) \qquad t_1 = t_1'^{+} + t - y;\; t_i = t'_i - y \qquad (i = 2, \ldots, s;\; t'_1 \leqq t'_2, \ldots, t'_s),$$

$$(5) \qquad t_i = \max_{k=1,\ldots,s}{}^{(s+1-i)}(\alpha t - y; t'_k - y) \qquad \left[i = 1, \ldots, s;\; \alpha = \frac{(-t'_1)^+}{-t'_1};\; t'_1(\neq 0) \leqq t'_2, \ldots, t'_s\right],$$

selon qu'il s'agit d'un groupe de lignes avec ou sans d. a. Dans (3), $c_s$ s'exprime par les autres $c_\lambda$ suivant ([1]), équat. (33).

MÉCANIQUE THÉORIQUE. — *Sur les vibrations d'une plaque (ou d'une couche) plane infinie et sur les mesures pour déterminer son épaisseur.* Note (*) de M. **Matthias Matschinski**, transmise par M. René Thiry.

Différentes méthodes pour déterminer l'épaisseur d'une couche vibrante : 1, d'après la mécanique classique ; 2, emploi de moyennes introduites d'après les résultats d'une Note antérieure (*Comptes rendus*, 239, 1954, p. 1457); 3, analogie électromécanique; 4, remarques sur les mesures nécessaires. Les méthodes établies peuvent être à l'origine de cinq procédés d'interprétation et de mesures.

1. Considérons une plaque élastique ou élasticovisqueuse C pratiquement infinie et d'épaisseur constante $l$. Les surfaces limites, supposées planes, correspondent à $x = 0$ et $x = l$; elles sont parallèles aux axes $y$ et $z$. Supposons que les tensions $X_{ij}$ soient connues sur $x = 0$ [par exemple $X_{12} = \Sigma|X_{12}|^{(\omega)}\cos(\omega t + \theta)$]; et que sur $x = l$ on ait $X_{12} = X_{13} = 0$. Considérons les vibrations des points de la plaque dans les environs de la ligne $OO_1$ ($y = z = 0$). Les sources d'énergie qui provoquent les vibrations se trouvant soit dans C, mais loin de $OO_1$, soit en dehors de C, les vibrations et les tensions sont sensiblement homogènes dans cette zone. Il en découle que les équations classiques $\operatorname{div}\operatorname{tens} X_{ij} = 0$ se simplifient en $\partial X_{11}/\partial x = \rho\,\partial v_x/\partial t = -\rho\dot{v}_x$, $\partial X_{12}/\partial x = -\rho\dot{v}_y$, $\partial X_{13}/\partial x = -\rho\dot{v}_z$ ($\rho$, densité; $t$, temps; $v_x$, $v_y$, $v_z$, vitesses; $u_x$, $u_y$, $u_z$, déplacements). Supposons enfin que les tensions aient des parties réversibles (élastiques) et irréversibles (dues au frottement) : $X_{12} = \mu_e(\partial u_x/\partial y + \partial u_y/\partial x) + \mu_\nu(\partial v_x/\partial y + \partial v_y/\partial x)$, etc. Homogénéité supposée, ces relations se réduisent à $X_{12} = \mu_e(\partial u_y/\partial x) + \mu_\nu(\partial v/\partial x)$. On en déduit que $X_{12}$ doit satisfaire à l'équation :

$$\mu_e\frac{\partial^2 X_{12}}{\partial x^2} + \mu_\nu\frac{\partial^3 X_{12}}{\partial x^2\,\partial t} = -\rho\frac{\partial^2 X}{\partial t^2}$$

(*) Séance du 29 novembre 1954.

avec les conditions aux limites $X_{12}|_{x=l}=0, X_{12}|_{x=0}=|X_{12}|^{(\omega)}\cos(\omega t+\theta)$. On introduit les abréviations $a^2=\mu_e/\rho$, $b^2=\mu_v/\rho$ et on trouve facilement :

$$X_{12}=|X_{12}|^{(\omega)}\,\text{Mod.}\left(\frac{\text{sh}\,\dfrac{l-x}{la}\sqrt{\dfrac{\omega^2}{1\pm i\omega b^2}}}{\text{sh}\,\dfrac{1}{a}\sqrt{\dfrac{\omega^2}{1\pm i\omega\,\theta^2}}}\right)\cos(\omega t+\theta_1),$$

$|X_{12}|^{(\omega)}$ représentant l'amplitude dans $x=0$. On en déduit la valeur de $|v_y|^{(\omega)}$ sur $x=0$. Pour les basses fréquences $\left[q=\omega/\left(a\sqrt{1\pm i\omega b^2}\right), q\,\text{ctgh}\,q\simeq 1\right]$ il s'ensuit définitivement $(A_1)$ : $\dot{X}|_{12}|^{(\omega)}=\rho\omega^2 l|v_y|^{(\omega)}$, ce qui permet de calculer l'épaisseur $l$ de la couche en partant de mesures des amplitudes de $v_y$ et de $\dot{X}_{12}$. La même formule est vraie pour $\dot{X}_{13}$ et $v_z$. Plus généralement $(q\,\text{ctgh}\,q\simeq 1-q^2/3)$ on a une formule de la forme $(B_1)$ : $|\dot{X}_{12}|^{(\omega)}=\mathcal{L}_1(l, \omega, \mu_e, \mu_e)|v_g|^{(\omega)}+\mathcal{L}_2(l, \omega, \mu_e, \mu_v)|\dot{v}_y|^{(\omega)}$ permettant de déterminer l'épaisseur et l'absorption $\mu_v$ en partant de mesures sur $v_y$, $\dot{v}$ et $\dot{X}_{12}$ (*voir* aussi § 4).

2. Cette méthode théoriquement simple, se heurte en pratique à la difficulté de déterminer expérimentalement les $v_y$ et $\dot{X}_{12}$ correspondant à la même valeur de $\omega$. C'est possible, mais pas toujours facile. C'est pourquoi il convient de passer des valeurs particulières aux valeurs moyennes. Les moyennes « elliptiques » introduites par nous (*voir* la Note citée) sont les mieux adaptées. On répète le raisonnement du paragraphe 1 avec la seule différence qu'on ne part pas des équations usuelles de l'élasticité, mais des équations pour les moyennes « elliptiques » [équations (K) dans la Note citée]. Avec les mêmes simplifications on a $\partial M_{112}/\partial x=-\rho\,\partial M_{12}/\partial t$, $\partial M_{122}/\partial x=-\rho\dot{M}_{22}$, etc. Ici $M_{ijk}$ est le tenseur des moyennes de tensions, $M_{ij}$ le tenseur des moyennes de vitesses; on ne mesure pas évidemment $M_{ijk}$ et $M_{ij}$ directement, mais on les calcule à partir des valeurs mesurées de $X_{ij}$ et $v_i$. On obtient ainsi, comme au paragraphe 1, pour le cas des basses fréquences $(A_2)$ $|\dot{M}_{112}|^{(\omega)}=-\rho\omega^2 l|M_{12}|^{(\omega)}$, $|\dot{M}_{122}|^{(\omega)}=-\rho\omega^2 l|M_{22}|^{(\omega)}$, etc., en conformité totale avec les résultats précédents. Ici, comme là, cette formule nous peut servir à calculer l'épaisseur $l$ en partant des mesures des amplitudes de $X_{12}$ et $v_y$. On fait dans ce cas aussi plusieurs mesures et il est beaucoup plus facile d'établir la correspondance nécessaire pour $\dot{M}_{112}$ et $M_{12}$. En principe, si l'on fait suffisamment de mesures celle-ci aura toujours lieu. Nous reviendrons sur ce cas dans le paragraphe 4. Il existe aussi une formule équivalente à $(B_1)$. En mesurant $\dot{X}_{12}$, $v_y$ et $\dot{v}_y$ à de courts intervalles de temps (pour ne pas faire disparaître les $\omega$ plus grandes) on peut se servir de $(B_2)$ : $|\dot{M}_{112}|^{(\omega)}=L_3|M_{12}|^{(\omega)}+L_4|\dot{M}_{12}|^{(\omega)}$, ici $L_3$ et $L_4$ sont des fonctions élémentaires des constantes.

3. Il est intéressant de mentionner les résultats analogues dans la théorie des champs électromagnétiques. Pour le cas sans considération des moyennes [analogie à ($A_1$) et ($B_1$)] les résultats sont déjà connus : la formule ($A_3$) : $|\dot{H}_z|^{(\omega)} = (c/l)|E_y|^{(\omega)}$ a été établie expérimentalement par L. Bauer (1922) et théoriquement par A. Tikhonoff (1950) qui a aussi donné la formule ($B_3$) [H et E, vecteurs électrique et magnétique de champs; $c$, vitesse de la lumière; $l$, épaisseur]. Cependant pour les mêmes raisons que celles mentionnées dans le paragraphe 2, il est opportun d'introduire les moyennes. Les équations pour les moyennes elliptiques dans le champ électromagnétique sont établies par nous dans la Note citée. Avec les mêmes simplifications et transformations que celles appliquées déjà deux fois (§ 1 et 2) nous trouvons ($A_4$) : $|\dot{M}_{[H]12}|^{(\omega)} = (c/l)|M_{[E]22}|^{(\omega)}$ pour le cas des basses fréquences, cas toujours réalisable si l'on dispose de mesures suffisamment nombreuses et ($B_4$) $|\dot{M}_{[H]12}|^{(\omega)} = L_5|M_{[E]22}|^{(\omega)} + L_6|\dot{M}_{[E]22}|^{(\omega)}$ si l'on mesure non seulement $\dot{H}_z$ et $E_y$, mais aussi $\dot{E}_y$. $L_5$ et $L_6$ sont des fonctions bien déterminées des constantes.

4. Il existe de nombreux types d'appareils très perfectionnés permettant de mesurer les vitesses $v$ et les accélérations $\dot{v}$ assez simplement. Il n'en est pas de même pour la mesure des $X_{ij}$. Cependant ce sont les tensions $X_{ij}$ qui sont difficilement mesurables; tandis que pour mesurer les $\dot{X}_{ij}$ on peut par amplification augmenter l'exactitude considérablement. Pour appliquer la formule ($A_1$) on fait alors des séries suffisamment longues de mesures de $v_y$ et de $\dot{X}_{12}$ (ou de $v_z$ et $\dot{X}_{13}$) et avec un procédé quelconque de filtrage des fréquences on cherche $/v_y/^{(\omega)}$ et $/\dot{X}_{12}/^{(\omega)}$ mutuellement correspondantes. (Il existe déjà des brevets pour de tels appareils.) Pour introduire les mêmes séries de mesures de $v_y$ et $\dot{X}_{12}$ dans la formule ($A_2$) on n'a pas besoin d'appareil de filtrage. On doit seulement calculer $\dot{M}_{112}$ et $M_{12}$ d'après le procédé illustré dans la Note citée par les figures 1-3; elles peuvent être obtenues par un appareil graphique. Étant donnée la complexité des appareils de filtrage et l'imprécision de leurs résultats, l'application de la formule ($A_2$) peut se justifier dans plusieurs cas. La même chose est vraie aussi pour la formule ($A_4$) en comparaison avec ($A_3$). Pour la dernière, on mesure des séries de $\dot{H}_z$ et $E_y$ (ou $\dot{H}_y$ et $E_z$) et utilise un appareil de filtrage. Pour ($A_4$) ce dernier n'est nécessaire, on n'applique que la méthode de calcul d'une moyenne « elliptique » d'après la Note citée. Enfin, si l'on préfère exclure la mesure de $\dot{X}_{12}$, on n'effectue que deux mesures de $\dot{v}_y$ (sur la surface et en petite profondeur).

MÉCANIQUE DES SOLIDES. — *Utilisation de réseaux pour l'étude expérimentale des phénomènes élastiques et plastiques.* Note de M. **Pierre Dantu**, transmise par M. René Thiry.

La photoélasticité donne lieu à difficultés dans l'étude de l'élasticité à trois dimensions et de la plasticité. Une méthode utilisant des réseaux permet, avec un appareillage très simple, une détermination des extensions dans les problèmes à deux et trois dimensions, soit sur un modèle en matière plastique, soit en surface sur les métaux. L'application aux effets dynamiques et à l'étude du fluage est également possible.

La méthode consiste à déterminer en chaque point d'un modèle les trois éléments de l'extension par l'examen des courbes d'un « moiré » obtenu par superposition des photographies d'un réseau témoin et d'un réseau imprimé sur la surface du modèle ou dans un plan quelconque de celui-ci. Les franges du « moiré » sont déterminées par l'équation

$$u = ne,$$

$u$ étant la composante de la déformation normale aux traits du réseau, $n$ un nombre entier quelconque, et $e$ l'espacement des traits du réseau.

En utilisant un réseau croisé formé de la superposition de deux réseaux orthogonaux, on obtient une double famille de courbes correspondant aux composantes $u$ et $v$ de la déformation suivant des axes parallèles aux traits des réseaux orthogonaux.

A partir de cette double famille de courbes, un calcul graphique très rapide donne en chaque point les trois éléments de l'extension :

$$\varepsilon_x = \frac{\partial u}{\partial x},$$

$$\varepsilon_y = \frac{\partial v}{\partial y},$$

$$\gamma = \frac{1}{2}\left(\frac{\partial u}{\partial y} + \frac{\partial v}{\partial x}\right).$$

Suivant l'ampleur des déformations, et les dimensions du modèle, on peut utiliser des réseaux de 10 à 50 traits/mm.

La méthode a donné de bons résultats dans les cas suivants :

*a. Déformations élastiques à deux et trois dimensions.* — Pour les études à trois dimensions, on peut utiliser le procédé du figeage, mais sans avoir besoin de découper le modèle en tranches après déformation. Le modèle figé est placé dans une cuve contenant un liquide de même indice.

*b. Déformations plastiques à deux et trois dimensions* sur modèles en matière plastique transparente.

*c. Plasticité des métaux.* — Dans ce cas, le réseau est imprimé photographiquement sur la surface du métal poli.

Les avantages sur la photoélasticité sont les suivants :

1° Pour les déformations élastiques à trois dimensions, il suffit de déformations plus faibles que celles qui sont nécessaires dans la méthode photoélastique du figeage, et il est inutile de découper le modèle en tranches, opération qui peut toujours modifier l'état des contraintes. D'autre part on observe la déformation dans un plan et non la moyenne des contraintes dans l'épaisseur d'une



Fig. 1. Fig. 2.

Fig. 1. — Partie centrale d'une poutre métallique fléchie. Réseau croisé à 10 traits par millimètre sur la poutre. Réseau témoin ligné et horizontal.

Fig. 2. — Même poutre, mais avec réseau témoin vertical.

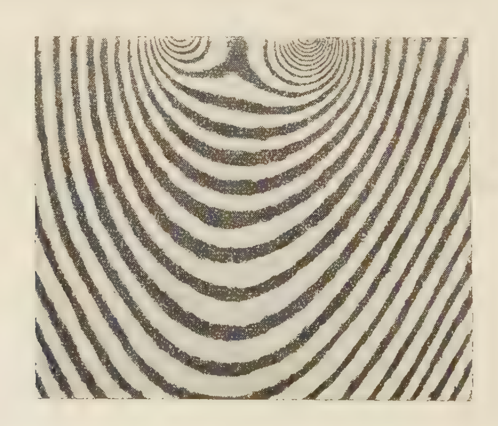


Fig. 3. — Déformation plastique à 3 dimensions. Réseau à 30 traits par millimètre dans un plan du modèle.

tranche. Enfin la photoélasticité à trois dimensions ne permet normalement d'obtenir que la différence des contraintes principales et non ces contraintes elles-mêmes, ce qui, avec les réseaux, ne présente aucune difficulté. Des essais récents ont été faits pour déterminer les contraintes principales par la photoélasticité, mais ils font appel à des procédés complexes.

2° Pour les déformations plastiques, il n'est nullement certain que les effets

observés en lumière polarisée restent proportionnels aux extensions lorsqu'on s'écarte fortement de la limite élastique. Par ailleurs l'extension aux phénomènes plastiques à trois dimensions n'a pas été, à notre connaissance, abordée par la photoélasticité.

3° L'étude des phénomènes dynamiques, possible en photoélasticité à deux dimensions, le devient également pour les trois dimensions avec la méthode des réseaux, puisqu'il est inutile de sectionner le modèle. L'étude des déformations lentes et des effets de fluage peut se faire sans difficulté.

ASTRONOMIE. — *Sur l'apparence d'une relation période-excentricité dans les orbites des étoiles doubles visuelles.* Note de M. **Paul Muller**, présentée par M. André Danjon.

Une corrélation période-excentricité déjà signalée par plusieurs auteurs se trouve entièrement expliquée par l'intervention de diverses sélections, et doit donc être considérée jusqu'à preuve du contraire comme dépourvue de toute réalité.

On connaît actuellement les orbites de 350 binaires visuelles, contre 250 seulement en 1950, et 180 en 1938. Il nous a donc paru opportun de reprendre le vieux problème de la relation période-excentricité. Tous les travaux antérieurs montrent P croissant avec $e$, mais les auteurs (1) ne concluent qu'avec prudence en raison des sélections qui interviennent à deux stades : dans la découverte du couple, dans la possibilité d'une détermination d'orbite.

A la découverte, la sélection s'exerce surtout à l'égard des couples les plus serrés. L'effet le plus important, bien qu'il ne joue ici que de façon indirecte, est la suppression quasi totale des étoiles à composantes un tant soit peu différentes. Mais une autre circonstance vient, elle, avantager les objets dont les orbites sont les plus excentriques; à demi-grand axe égal, en effet, ils ont les meilleures chances d'apparaître parfois à distance observable. Cette influence en faveur des $e$ supérieures à la normale ne doit pas, cependant, s'étendre aux orbites car il s'agit là précisément de l'un des cas où elles se déterminent le plus difficilement.

Au stade du calcul des orbites, la sélection intervient à la fois, mais par des voies très différentes, pour les couples serrés et pour les plus écartés; on n'oubliera pas que l'échelle des distances suit, statistiquement, celle des périodes.

Les binaires lentes ont été observées de façon continue, mais souvent sur une partie seulement, voire sur un petit arc de leur orbite. Celle-ci se

(1) Les plus récents sont D. Barbier, Mme R. Bonnet et S. Arend; celui-ci (*Communications de l'Observatoire Royal de Belgique*, n° 20, 1950) donne les références aux travaux antérieurs.

dessinera donc d'autant mieux que cet arc sera plus long et aussi qu'il présentera, s'il est court, une courbure plus accusée; ceci doit donner un excès d'excentricités supérieures à la normale dans le cas des périodes les plus longues. Les couples serrés et rapides, au contraire, ont décrit en moyenne une révolution complète avant que l'orbite devienne calculable, parce que les observations ne la couvrent pas sans lacunes, laissant souvent des ambiguïtés de quadrant. La sélection doit donc avantager simplement les orbites observées avec le moins de discontinuités, donc les moins excentriques; mais cet effet doit tendre à disparaître assez vite avec l'accroissement du matériel, les orbites même très excentriques ne résistant pas à deux ou trois révolutions successives. Quoiqu'il en soit, les deux sélections ainsi décrites doivent bien faire apparaître dans l'ensemble de toutes les orbites une relation (P, $e$) dans le sens constaté.

Tout ce qui précède nous montre la voie à suivre pour vérifier de la façon la plus probante l'influence des sélections dans cette relation apparente. Nous avons isolé de l'ensemble deux groupes de binaires, qui sont à la fois les plus homogènes et les plus caractéristiques des deux types extrêmes qui nous intéressent ici : les étoiles de W. Struve (Σ), découvertes autour de 1830, dont la période moyenne [2] est de 240 ans et qui ont été observées par conséquent sur une demi-période en gros; les étoiles d'Aitken (A) et de Hussey (Hu), trouvées lors d'une recherche commune à la grande lunette de Lick dans le premier quart du siècle actuel, et qui avec une période moyenne de 46 ans ont effectué pratiquement une révolution entière. Ensemble, les Σ, A et Hu représentent actuellement la moitié des binaires à orbite connue.

Voici les valeurs des excentricités moyennes $\bar{e}$ pour chacun des deux groupes dans les trois compilations les plus récentes :

| | | Σ ($\bar{P}$ = 240). | | A, Hu ($\bar{P}$ = 46). | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | $\bar{e}$. | $n$. | $\bar{e}$. | $n$. |
| 1938. | 2ᵉ Catalogue de Finsen......... | 0,60 | 57 | 0,37 | 25 |
| 1950. | Catalogue de Baize............. | 0,59 | 68 | 0,39 | 43 |
| 1954. | Catalogue personnel............ | 0,59 | 80 | 0,46 | 96 |

Les nombres de ce tableau vérifient entièrement les prévisions, depuis le fait essentiel qui est la liaison apparente entre les $\bar{P}$ et les $\bar{e}$, jusqu'à l'évolution dans le temps des excentricités moyennes. Nous avions indiqué pourquoi les premières orbites à courte période qui aient pu être déterminées avaient dû être les moins excentriques, en ajoutant que l'effet sur

(2) Il s'agit ici de moyennes logarithmiques, puisqu'on ne connaît à la période qu'une borne inférieure; il est parfaitement légitime, au contraire, de former des moyennes simples dans le cas des excentricités.

la moyenne des $e$ dans ce groupe devait aller en s'atténuant assez rapidement; c'est bien ce que l'on constate. Dans le groupe des Σ, par contre, l'évolution de $\bar{e}$ avec le temps est à peine marquée, d'abord parce que leur nombre augmente moins vite que celui des (A, Hu), ensuite parce que même les orbites nouvelles continuent, pour les Σ, à être déterminées d'après de petits arcs; la prédominance des excentricités supérieures à la normale doit donc persister de façon durable. Notons en passant que tout porte à faire admettre que la valeur normale d'une moyenne générale des $e$ est 0,50.

La conclusion qui s'impose est donc la suivante : *le jeu des sélections prévisibles permet de rendre compte aussi complètement qu'il est possible de la corrélation apparente période-excentricité.*

Lorsque le matériel sera sensiblement plus riche, on pourra procéder à des études étendues à toutes les catégories d'objets, et non plus seulement aux extrêmes que constituent les Σ d'une part, les (A, Hu) d'autre part : 1° établir le diagramme (P, $e$) pour tous les couples *qui ont accompli au moins une révolution complète*, groupe d'où la corrélation devrait pratiquement disparaître; 2° dans un diagramme d'ensemble, prendre pour variables *e et la fraction de période observée*, afin de retrouver au contraire la corrélation la plus nette. Quelques essais nous ont montré que les résultats ne sont pas, actuellement, assez nets. A l'intérieur du groupe (A, Hu) cependant, la répartition des $e$ est pratiquement indépendante de P.

Notons enfin que le tableau ci-dessus explique également pourquoi les auteurs trouvaient une corrélation de plus en plus lâche à mesure que le matériel devenait plus riche, puisque les $\bar{e}$ dans les deux groupes se rapprochent.

THERMOCINÉTIQUE. — *Le partage de la chaleur entre corps frottants lorsque leur mouvement relatif n'est pas périodique.* Note de M. **Pierre Vernotte**, présentée par M. Gustave Ribaud.

Nous avons développé jadis [1] une théorie assez détaillée du partage de la chaleur entre corps frottants, que les épaisseurs soient limitées ou non, lorsque ces corps restent entièrement superposés, le frottement dissipant à l'intersurface une puissance constante, une intégration de type classique permettant de passer au cas d'une puissance variable. Le problème change quand l'un des corps glisse sur l'autre en une translation continue. Une Note antérieure [2] étudiait, dans cet ordre d'idées, le cas d'un patin sans capacité calorique et de

(1) *Comptes rendus*, 206, 1938, p. 505 et 1286; 207, 1938, p. 124; Note ajoutée à la *Publ. Scient Techn. Min. Air.* n° 139.

(2) *Comptes rendus*, 234, 1952, p. 1751.

température uniforme glissant sur un sol un peu conducteur, véritable problème de convection solide traité par l'équation de la convection en régime permanent, à deux coordonnées.

On peut aller plus loin et tenir compte de la capacité calorique et de la conductibilité des deux milieux. Nous supposerons les durées assez courtes pour que puissent être utilisées les formules plus simples des milieux illimités et, selon un usage légitime, nous négligerons les conductions longitudinales, le phénomène essentiel étant transversal dans le cas des contacts brefs.

Soit donc un glisseur de longueur $l$ dans le sens du déplacement $x$, caractérisé par la conductivité $\lambda_1$ et la chaleur spécifique voluminique $c_1\rho_1$, frottant avec une vitesse $v$ sur une plaque épaisse de propriétés $\lambda_2$, $c_2$, $\rho_2$. Le frottement dégrade à l'intersurface une puissance $\varphi(t)$ par unité d'aire. Les températures sont initialement nulles dans toute la masse.

Soit $\theta(t)$ la température de l'intersurface; ce sera l'inconnue du problème. Raisonnons d'abord comme si $\theta$ était constant. D'après une formule classique, la densité de flux $\varphi_1$ pénétrant dans le glisseur est $\theta\sqrt{\lambda_1 c_1 \rho_1 : \pi t}$ à l'instant $t$. On montre facilement que, dès que le glisseur a parcouru la distance $l$, la densité de flux pénétrant dans la plaque (on suppose le régime permanent) est

$$\varphi_2 = 2\theta\sqrt{\lambda_2 c_2 \rho_2 v : \pi l}, \tag{1}$$

expression qui subsiste si $\theta$ est variable. Dans ce cas, par contre, $\varphi_1$ prend, d'après une théorie générale, l'expression

$$\varphi_1 = \frac{1}{\sqrt{\pi}}\sqrt{\lambda_1 c_1 \rho_1}\int_0^t \frac{\theta'(u)}{\sqrt{t-u}}\,du.$$

L'équation du problème s'obtient en exprimant la conservation de l'énergie :

$$\frac{1}{\sqrt{\pi}}\sqrt{\lambda_1 c_1 \rho_1}\int_0^t \frac{\theta'(u)}{\sqrt{t-u}}\,du + \frac{2}{\sqrt{\pi}}\sqrt{\lambda_2 c_2 \rho_2}\sqrt{\frac{v}{l}}\,\theta(t) = \varphi(t), \tag{2}$$

équation intégrodifférentielle que l'on ramène d'abord à une équation intégrale de Volterra de deuxième espèce en multipliant par $(\alpha - t)^{-\frac{1}{2}}dt$, intégrant de zéro à $\alpha$, appliquant la formule de Lejeune-Dirichlet, et revenant à la notation en fonction de $t$ au lieu de $\alpha$. On applique alors de nouveau la même procédure et on élimine le terme gênant subsistant, entre l'équation intégrale et sa transformée. $\theta$ est alors donné par l'équation différentielle

$$\pi l \lambda_1 c_1 \rho_1 \theta' - 4\lambda_2 c_2 \rho_2 v\theta = l\sqrt{\pi\lambda_1 c_1 \rho_1}\,\frac{d}{dt}\int_0^t \frac{\varphi(u)}{\sqrt{t-u}}\,du - 2\sqrt{\pi\lambda_2 c_2 \rho_2 v l}\,\varphi(t) \tag{3}$$

d'intégration facile. Dans le cas important où $\varphi$ est constant, on a la solution

$$\theta = \frac{\varphi}{2}\sqrt{\frac{\pi l}{\lambda_2 c_2 \rho_2 v}}\left\{1 - e^{\frac{4vt}{\pi l}}\left[1 - \mathrm{Erf}\left(2\sqrt{\frac{vt}{\pi l}}\right)\right]\right\}. \tag{4}$$

Pour $t$ très petit, $\theta$ augmente proportionnellement à $\sqrt{t}$. Pour $t$ relativement grand ($vt$ a pour limite effective la longueur L de la plaque de glissement), la quantité entre accolades a pour expression approchée

$$1 - \frac{1}{2}\sqrt{\frac{l}{vt}},$$

ce qui indique, $\varphi_2$ étant donné par (1) et $\varphi_1$ par différence d'avec $\varphi$, que le rapport $\varphi_1/\varphi_2$, de partage du flux de chaleur entre glisseur et piste, d'abord infini, et proportionnel au rapport $\sqrt{\lambda_1 c_1 \rho_1/\lambda_2 c_2 \rho_2}$ de ce que nous avons appelé coefficients d'arrachement thermique, décroît avec le facteur $\sqrt{l/vt}/2$, décroissance à laquelle il fallait s'attendre, la chaleur, avec le temps, pénétrant relativement de plus en plus dans la plaque rencontrée froide.

THERMODYNAMIQUE. — *Sur la dispersion de la combustion normale dans les moteurs à allumage commandé.* Note (*) de MM. **Rostislav Vichnievsky** et **Bernard Salé**, présentée par M. Gustave Ribaud.

Les diagrammes pression-angle de rotation relevés sur les moteurs à carburation préalable et allumage par étincelle présentent généralement des fluctuations importantes dans la portion du cycle où s'accomplit la combustion. L'étude et la prise en considération de ce phénomène de dispersion sont indispensables dans toute recherche sur la combustion dans ce type de moteur, car il risque de masquer entièrement l'influence des facteurs étudiés. De récents travaux (1), (2) en tenaient compte grâce à la mise en œuvre d'une méthode statistique; ces expériences qui avaient pour objet la comparaison de différents carburants sur moteur expérimental C. F. R. en combustion normale étaient exécutées avec le réglage standard A. S. T. M. assez éloigné des conditions de fonctionnement normales et se limitaient d'ailleurs à la partie croissante du diagramme de combustion. En vue d'une étude plus générale de la combustion dans les moteurs à carburation préalable nous avons par un procédé analogue repris l'étude systématique de la dispersion de la combustion sur un monocylindre (Institut français du pétrole Renault) au taux de compression 6,5 à pleine admission dans des conditions plus proches de la pratique industrielle.

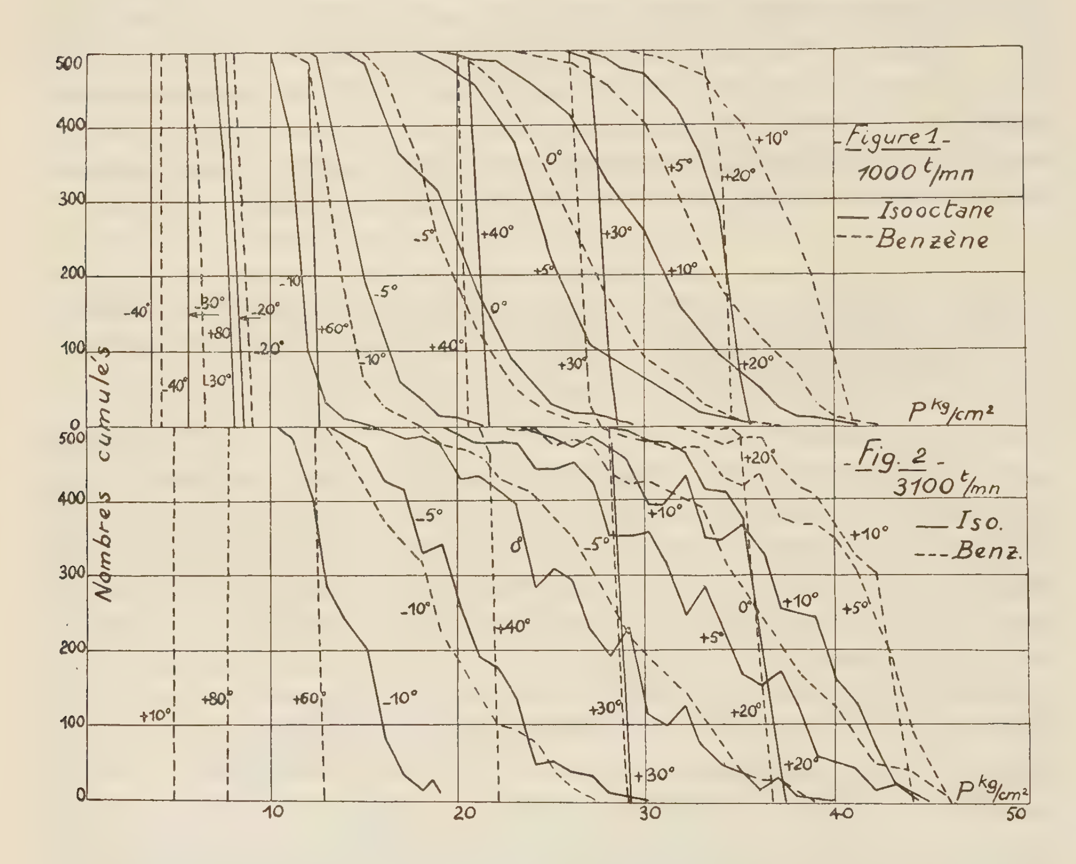
Nous avons utilisé un appareillage permettant de tracer point par point les courbes des nombres de cycles cumulés en fonction de la pression pour différents angles de rotation.

(*) Séance du 29 novembre 1954.

(1) R. Vichnievsky et J. Weissmann, *Communication au 8e Congrès International de Mécanique théorique et appliquée*, Istanbul, 1952.

(2) Massoumian, *Thèse d'Ingénieur-docteur*, Université de Paris, novembre 1953.

Sur les figures 1 et 2 nous avons reproduit les résultats obtenus avec l'iso-octane et le benzène à la richesse 1,15 et à une température d'admission de 50° C aux vitesses de rotation 1000 et 3100 t/mn respectivement. Les mesures étaient effectuées sur 500 cycles. Les courbes présentent notamment à 3100 t/mn des tronçons à pente positive; ces anomalies sont dues au fait que les divers points correspondent à des échantillons diffé-




rents qui représentent imparfaitement l'ensemble de la population étudiée; nous avons précisé ce point en opérant successivement sur 200, 500, 1000 et 2 000 cycles. Bien que la courbe tracée avec des échantillons de 2 000 cycles apparaisse beaucoup plus régulière qu'avec des échantillons de 200 la différence sur la moyenne aussi bien que sur l'écart type entre les deux cas extrêmes ne dépasse pas 1,5 %.

Dans tous les cas l'allure générale du phénomène est la suivante : la dispersion pratiquement inexistante au moment de l'allumage s'amplifie progressivement pour s'atténuer et finalement disparaître vers la fin de la combustion. Les courbes cumulatives grossièrement symétriques au début et dans la phase médiane de la combustion présentent progressivement dans la dernière phase une dissymétrie caractéristique corres-

pondant à une concentration des cycles successifs vers les pressions élevées (courbes 10°, 20° et suivantes).

L'amplitude totale de la dispersion atteint des valeurs de l'ordre de 20 à 25 kg/cm² c'est-à-dire en valeur relative 70 % de la pression moyenne. Les écarts types sont de 4 à 5 kg/cm² dans la zone la plus dispersée. Ils sont très nettement supérieurs à ceux obtenus précédemment sur le moteur C. F. R. Cette divergence est due probablement à l'utilisation dans ce dernier cas d'une température d'admission plus élevée (150°) et de taux de compression plus bas (4 à 5,5).

On voit sur la figure que malgré l'importance considérable de la dispersion, la méthode statistique met clairement en évidence des différences de comportement entre deux carburants, relativement faibles par rapport aux fluctuations enregistrées d'un cycle à l'autre. Nous retrouvons en particulier aussi bien à 1000 qu'à 3 100 t/mn le fait que la « vitesse de réaction » du benzène dans le moteur est plus élevée que celle de l'iso-octane, résultat déjà obtenu sur moteur C. F. R.

Notons enfin que les aires des diagrammes pression-volume tracés à partir des courbes cumulatives pour les valeurs extrêmes des pressions accusent des différences de l'ordre de 20 %. Bien que ces diagrammes enveloppes ne correspondent pas à des évolutions réelles et ne donnent qu'une limite supérieure de l'écart réel, ce nombre laisse prévoir la possibilité d'une amélioration sensible du rendement de diagramme par réduction de la dispersion.

ÉLECTRICITÉ. — *Sur certaines propriétés des diélectriques à grande constante.* Note (*) de M. **Marcel Gourceaux**, présentée par M. Louis de Broglie.

Unités employées : système mixte U. E. S. — U. E. M. (avec $c = 3.10^{10}$).

1. Si l'on étudie l'effet pelliculaire créé par un courant alternatif sinusoïdal haute-fréquence (pulsation $\omega$) dans un fil cylindrique (conductibilité $\gamma$, perméabilité magnétique $\mu$) en tenant compte (ce que ne fait pas la théorie classique) de l'influence du diélectrique environnant (constante $\varepsilon$, perméabilité magnétique $\mu_0$), on obtient pour épaisseur de pénétration

$$\varepsilon_1 = \frac{c\sqrt{2}}{\sqrt{\omega^2\varepsilon\mu_0 + \sqrt{(\omega^2\varepsilon\mu_0)^2 + (4\pi\gamma\mu\omega)^2}}}.$$

En général, on a

$$\omega^2\varepsilon\mu_0 \ll 4\pi\gamma\mu\omega$$

(*) Séance du 8 décembre 1954.

et l'on retrouve la formule classique $\varepsilon_2 = c\sqrt{2\pi\gamma\mu\omega}$ mais si la constante diélectrique est suffisamment grande pour que

$$\omega^2 \varepsilon \mu_0 \gg 4\pi\gamma\mu\omega,$$

on obtient

$$\varepsilon_3 = \frac{c}{\omega\sqrt{\varepsilon\mu_0}},$$

ce qui revient à dire que *le phénomène est alors réglé de l'extérieur*, sans qu'interviennent les caractéristiques $\gamma$ et $\mu$ du conducteur.

2. Si l'on soumet un diélectrique parfait à un champ électrique uniforme sinusoïdal, ses électrons (qui sont tous liés) oscillent à la fréquence du champ et l'on conçoit que, dans certaines conditions, ces oscillations puissent s'amplifier au point de compromettre l'existence même de la substance (le champ électrique devenant alors théoriquement infini en tout point du diélectrique). Le calcul permet de déterminer ces conditions dans les cas suivants (en posant $x = \omega\sqrt{\varepsilon\mu_0}\,R/c$ et en se plaçant dans l'hypothèse du régime quasi stationnaire qui assure la symétrie de révolution) :

*a*. Cylindre plein illimité de rayon R et champ parallèle à son axe : $x$ doit être égal à l'une des racines de la fonction de Bessel $J_0$.

*b*. Cylindre creux illimité de rayons R et R′ (R > R′) et champ parallèle à son axe : $x$ doit être voisin de l'une des racines de l'équation

$$J_0(x)\,N_1(kx) - J_1(kx)\,N_0(x) = 0 \qquad \left(\text{avec } k = \frac{R'}{R}\right).$$

(le phénomène étant d'autant plus difficile à obtenir que le cylindre est plus creusé, c'est-à-dire que $k$ est plus proche de l'unité).

*c*. Sphère pleine de rayon R : $x$ est donné par

$$x_n\left(1 - \frac{1}{\varepsilon}\right),$$

$x_n$ désignant l'une des racines de la fonction $J_{\frac{3}{2}}$ ; notons qu'une faible variation de $x$ depuis $x_n$ jusqu'à $x_n(1 - 1/\varepsilon)$ suffit à modifier totalement l'état électromagnétique de la sphère (dont le moment électrique passe alors de zéro à l'infini).

*d*. Sphère creuse de rayons R et R′ (R > R′) ; on obtiendra le phénomène étudié en prenant $x$ au voisinage d'une racine de l'équation

$$J_{\frac{3}{2}}(kx)\,N_{\frac{3}{2}}(x) - J_{\frac{3}{2}}(x)\,N_{\frac{3}{2}}(kx) = 0 \qquad \left(\text{avec } k = \frac{R'}{R}\right).$$

Remarquons d'ailleurs qu'on peut traduire ces résultats dans le langage des valeurs propres ; notamment, on peut parler des rayons cylindriques et sphériques propres à une substance diélectrique donnée, pour une fréquence donnée.

ÉLECTRODYNAMIQUE. — *Énergie de l'oscillateur harmonique dans le vide.* Note (*) de MM. **Paul Braffort** et **Christophe Tzara**, présentée par M. Francis Perrin.

L'énergie d'un oscillateur harmonique dans le champ fluctuant de l'absorbeur est trouvée égale au produit de sa fréquence propre par une constante universelle.

Dans une Note précédente ([1]) nous avons calculé les énergies d'interaction d'une charge libre et d'un oscillateur harmonique avec le champ du vide. Le spectre $K(\omega)$ de la densité d'énergie électromagnétique avait été laissé indéterminé.

Le champ du vide produit par l'absorbeur se présente comme un résidu, quand on fait tendre vers zéro la température macroscopique du milieu. La formule de Wien $U(\omega) = \omega^3 F(\omega/T)$ donnerait, pour $T = 0$, le spectre $K(\omega)$. $F(\omega/T)$ tend vers une constante universelle donc $K(\omega) = b\omega^3$. Puisque $\omega^2/\pi^2 c^3$ est le nombre d'oscillations $\omega$ par unité de volume et de bande de fréquence, nous écrirons $K(\omega)$ sous la forme $(\omega^2/\pi^2 c^3)\, a\omega$, qui est le spectre d'un champ de direction quelconque. Projeté sur une dimension, $K(\omega) = (\omega^2/3\pi^2 c^3)\, a\omega$. Les énergies d'interaction de la charge libre et de l'oscillateur divergent donc linéairement.

Nous calculons la somme des énergies cinétique et potentielle de ces systèmes. En approximation non relativiste, $[\varepsilon = (1/2) m x'^2] + [(k/2)\overline{x}^2]$. Le procédé de calcul est le même que dans ([1]), mais en partant de $mx'' - \rho x''' + kx = e\tilde{E}$ qu'on écrit à $t$ et à $t + \tau$; en multipliant membre à membre et en moyennant sur un intervalle de temps infini, on obtient la relation en $\xi(\tau)$, fonction d'autocorrélation de $x$ :

$$m\xi^{(4)}(\tau) - \rho^2 \xi^{(6)}(\tau) + 2km\xi^{(2)}(\tau) + k^2(\xi(\tau) = e^2 \varepsilon(\tau)$$

dont la transformée de Fourier est

$$\chi(\omega) = 4\pi e^2 \frac{K(\omega)}{m^2(\omega^2 - \omega_r^2) + \rho^2 \omega^6}.$$

Finalement pour l'oscillateur harmonique

$$\varepsilon_1 = \frac{2e^2\pi}{m} \int_0^\infty \frac{(\omega + \omega_r^2) K(\omega)}{(\omega^2 - \omega_r^2)^2 + \dfrac{\rho^2}{m^2}\omega^6}\, d\omega$$

et pour charge libre ($\omega_r = 0$) :

$$\varepsilon_2 = \frac{2e^2\pi}{m} \int_0^\infty \frac{\omega^2 K(\omega)}{\omega^4 + \dfrac{\rho^2}{m^2}\omega^6}\, d\omega,$$

---

(*) Séance du 8 décembre 1954.

([1]) P. Braffort, M. Spighel et C. Tzara, *Comptes rendus*, 239, 1954, p. 157.

$K(\omega) = 0$ pour $\omega < 0$, $K(\omega) = (a\omega^3/3\pi^2 c^3)$ pour $\omega \geq 0$, donc $\bar{\varepsilon}_1$, et $\bar{\varepsilon}_2$ divergent logarithmiquement. Leur différence est l'énergie supplémentaire qu'acquiert la charge lorsqu'elle passe de l'état libre à l'état d'oscillateur harmonique. Nous appellerons cette grandeur l'énergie de l'oscillateur.

En posant

$$\frac{m}{\rho} = \frac{3mc^3}{2e^2} = \omega_s, \qquad \left(\frac{\omega_r}{\omega_s}\right)^2 = q,$$

et en faisant le changement de variables $(\omega/\omega_s)^2 = u$ :

$$\varepsilon = \frac{\omega_s a}{2\pi} \int_0^\infty \left[ \frac{u(u+q)}{(u-q)^2 + u^3} - \frac{1}{1+u} \right] du.$$

Cette intégrale est obtenue par Adirovitch et Podgoretzkii (²) au cours d'un calcul semi-classique dont nous venons d'avoir connaissance.

L'intégrale se réduit à $2\pi q^{1/2}$ pour $q^{1/2} \ll 1$ ou $\omega_r \ll \omega_s$ (condition remplie en approximation non relativiste puisque $\hbar\omega_s = 206\,mc^2$). Il vient donc

$$\varepsilon = a\omega_r.$$

Ce résultat a été obtenu dans le champ de la physique classique, complétée par la théorie de l'absorbeur. Il est remarquable que la mécanique quantique, appliquée au problème de l'énergie de l'oscillateur harmonique dans le champ de zéro, redonne le même résultat si l'on fait $a = \hbar/2$.

RAYONS X. — *Spectre* L *du plutonium*. Note (*) de M^lles **Yvette Cauchois**, **Ioana Manescu** et **Françoise Le Berquier**, présentée par M. Francis Perrin.

Les premiers spectres d'absorption et de fluorescence X du plutonium ont été observés et mesurés à l'aide d'environ 10 mg de $PuO_2$ provenant de la pile atomique de Châtillon.

Les spectres de rayons X du plutonium n'ont, à notre connaissance, pas été analysés. On peut se l'expliquer. Des difficultés spéciales résultent, entre autres, de sa toxicité. Nous avons abordé l'étude de ces spectres à l'aide du plutonium 239 extrait du premier jeu de barreaux d'oxyde d'uranium de la pile de Châtillon du Commissariat à l'Énergie atomique.

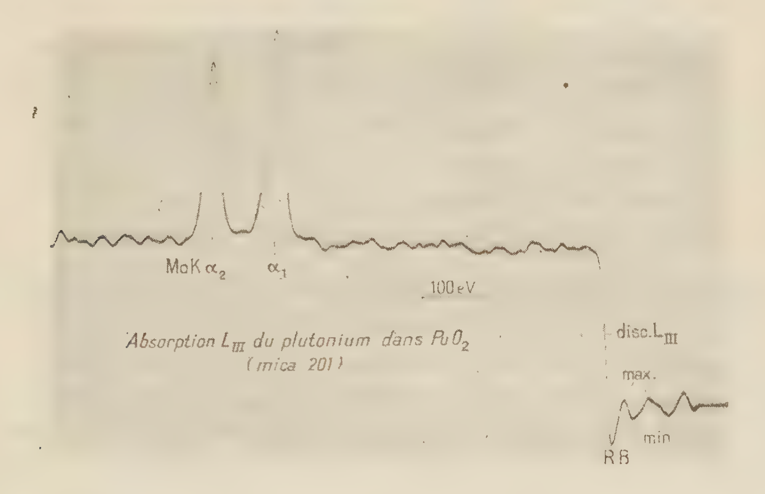
L'excitation cathodique des spectres d'émission ne demanderait que de très petites quantités de plutonium, mais exigerait des dispositifs de sécurité compliqués. L'obtention du spectre d'absorption L, plus facile à ce point de vue, demande beaucoup plus de produit mais semblait possible avec la quantité

(²) *Z. Eks. teor. Fiz.*, *U. R. S. S.*, 26, 1954, p. 150.

(*) Séance du 8 décembre 1954.

dont nous pouvions disposer, de l'ordre de 10 mg de plutonium sous forme de $PuO_2$.

Après avoir établi des modes opératoires pour la fabrication d'un écran et la technique spectroscopique, nous les avons vérifiés par une étude préalable complète sur oxyde d'uranium. La préparation de l'écran a été effectuée par l'une de nous. La couche absorbante est déposée sur une lamelle de silice




de 0,15 mm d'épaisseur logée dans une plaque d'acier inoxydable. Une solution de nitrate de plutonium très pur est amenée à sec, puis reprise par 2 cm³ d'acétate d'éthyle contenant très peu de vernis « zapon ». Le dépôt est effectué par couches successives, à l'aide d'un pinceau sur une surface utile de 6 × 13 mm. Après chaque application, un grillage de 10 minutes dans un four à 800° donne une couche de $PuO_2$ parfaitement adhérente grâce à la présence du vernis qui brûle sans laisser de traces. L'opération, sous boîte à gants ventilée, a demandé plus d'une centaine d'applications et grillages, échelonnés sur une quinzaine de jours. Le dépôt est ainsi très homogène. Sa densité superficielle est d'environ 12,5 mg/cm² en plutonium. Il est recouvert d'aluminium mince qui arrête le rayonnement α. La pièce portant l'écran, enfermée dans un sac protecteur de polythène pour éviter la dispersion de traces de plutonium, est alors convenablement placée entre la fenêtre de sortie d'un tube à rayons X démontable et un spectrographe à focalisation de 40 cm de diamètre. La technique spectroscopique, établie au laboratoire de Chimie physique, avait déjà servi pour tous les éléments lourds [1] y compris Po, Ra, Th et U. Malgré l'affaiblissement du faisceau X par les milieux étrangers (la silice en particulier) et quoique la quantité de plutonium soit relativement petite surtout pour $L_I$, les trois discontinuités d'absorption L apparaissent nettement et sont bien mesurables. Les premiers résultats donnés

[1] Se reporter à Y. Cauchois, *J. Phys. Rad.*, 13, 1952, p. 113.

dans le Tableau concernent une dizaine de spectres dus aux réflexions 100, 201 et 402 d'un mica; les dispersions étant alors de 12,7 et 6,3 uX/mm et la résolution excellente.

| | | $\lambda$(uX). | $\frac{\nu}{R}$. |
|---|---|---|---|
| $L_{III}$ | disc | $685,_{25}$ | $1329,_{83}$ |
| | R. B | $684,_{8}$ | $1330,_{7}$ |
| | max | $684,_{1}$ | $1332,_{1}$ |
| | min | $683,_{4}$ | $1333,_{4}$ |
| | max | $682,_{7}$ | $1334,_{8}$ |
| $L_{II}$ | disc | $555,_{95}$ | $1639,_{12}$ |
| | min | $555,_{3}$ | $1641,_{0}$ |
| | max | $554,_{3}$ | $1643,_{4}$ |
| $L_{I}$ | disc | $535,_{4}$ | $1702,_{0}$ |

| | $\lambda$(uX). | $\frac{\nu}{R}$. |
|---|---|---|
| $L\alpha_1$ | $866,_{8}$ | $1051,_{3}$ |
| $L\alpha_2$ | $878,_{4}$ | $1037,_{4}$ |
| $L\beta_1$ | $676,_{5}$ | $1347,_{0}$ |
| $L\beta_2$ | $717,_{0}$ | $1270,_{9}$ |

Une modification du montage nous a permis d'enregistrer plusieurs raies émises par fluorescence et de les mesurer par rapport à des émissions connues d'écrans substitués à celui du plutonium. G. W. Barton, H. P. Robinson, I. Perlman (²) avaient déjà observé quelques raies L de $^{238}$Pu émises spontanément lors de la décroissance radioactive $\alpha$ de $^{242}$Cm. Notre méthode peut conduire à une précision supérieure à 2 eV, alors que ces auteurs donnent leurs mesures à $\pm$ 10 eV dans le meilleur cas ; les divergences avec nos valeurs dépassent nettement l'erreur probable.

L'extension de notre travail doit substituer une détermination de tous les niveaux d'énergie du plutonium à leur estimation par extrapolation et l'améliorer pour les autres transuraniens. Le dépouillement des spectres corpusculaires en sera facilité et précisé. Des informations pourront en être déduites pour la répartition des charges nucléaires. Les structures d'absorption, observées déjà sur les clichés obtenus, permettront d'éclairer la question de la configuration électronique des « actinides ».

PHYSIQUE NUCLÉAIRE. — *Sur la désintégration de* $^{99}$Mo. Note (*) de M^mes^ **Christiane Lévi** et **Lily Papineau**, transmise par M. Frédéric Joliot.

Un spectre $\beta$ d'$E_{max}$ 800 keV a été mis en évidence en coïncidence avec le rayonnement $\gamma$ de 390 keV déjà observé dans $^{99}$Mo. La droite de Fermi a pu être tracée par spectrométrie en coïncidence $\beta - \gamma$. L'ensemble du schéma de désintégration a été confirmé par des mesures de coïncidences $\gamma - \gamma$.

L'étude de la désintégration de $^{99}$Mo et des niveaux excités de $^{99}$Tc a été

(²) *Phys. Rev.*, 81, 1951, p. 208.

(*) Séance du 8 décembre 1954.

effectuée ces dernières années par différents auteurs (1), (2), (3). M. E. Bunker et R. Canada (3) avaient suggéré les grandes lignes du schéma que J. Varma et C. E. Mandeville (4) viennent de confirmer par des mesures de coïncidences (*fig.* 1), à l'exception de la position du rayonnement $\gamma$ de 370 keV. Dans une note ajoutée sur épreuve, ils signalent avoir trouvé ce rayonnement en coïncidence avec un rayonnement $\beta$ d'environ 0,87 MeV. Ils en ont conclu que le rayonnement $\gamma$ de 370 keV aboutissait à l'état métastable de $^{99}$Tc de 6 h. C'est ce que nous avons voulu vérifier.

*a. Méthode expérimentale.* — Les mesures de coïncidence $\gamma-\gamma$ ont été effectuées à l'aide de compteurs à scintillations avec sélection en énergie sur les deux voies (temps de résolution $5.10^{-6}$ s.). L'utilisation quantitative de la méthode des coïncidences a nécessité la mesure des rendements des cristaux utilisés. Des mesures de coïncidences $\beta-\gamma$ ont été effectuées à l'aide d'un spectromètre $\beta$ à coïncidences (5) dont le temps de résolution est $2.10^{-8}$ s. Il permet, pour chaque valeur du champ appliqué au spectromètre, de tracer le spectre $\gamma$ en coïncidence avec les $\beta$.

*b. Coïncidences* $\gamma-\gamma$. — Nos mesures sont qualitativement en accord avec celles de Varma et Mandeville. En interprétant qualitativement les mesures de coïncidences $\gamma-\gamma$ en fonction du schéma (*fig.* 1), nous avons déterminé le rapport d'embranchement de la cascade 40-140 keV dans la désintégration du niveau à 180 keV à 35 %, en admettant la valeur connue 0,10 du coefficient de conversion total du rayonnement de 140 keV. Nous trouvons que les coefficients de conversion des rayonnements de 180 et 40 keV sont respectivement $0,6 \pm 0,2$ et $30 \pm 10$. Ces deux dernières valeurs, bien qu'entachées d'une grande incertitude propre à la méthode, restent cependant nettement supérieures à celles de Varma et Mandeville obtenues par une méthode analogue. Ces résultats (4) ainsi que la période de $3.10^{-9}$ s du niveau à 180 keV (6) permettent d'attribuer les rayonnements de 40 et 180 keV à des transitions $M_1$ et $E_2$ respectivement. Notre valeur du coefficient de conversion du rayonnement de 180 keV est incompatible avec $E_2$, ce qui remettrait en cause la parité positive du niveau à 180 keV et peut-être même le schéma. Il serait très utile de faire la détermination de ce coefficient de conversion par une autre méthode plus précise.

*c. Place du rayonnement de* 370 keV *dans le schéma de désintégration.* — Si ce rayonnement se voit mal en spectrométrie $\gamma$ simple, il ressort nettement en

(1) H. Médicus, D. Maeder et H. Schneider, *Helv. Phys. Acta*, 24, 1951, p. 72.

(2) N. Marty, *Ann. Phys.*, 6, 1950, p. 662.

(3) *Phys. Rev.*, 80, 1950, p. 961.

(4) *Phys. Rev.*, 94, 1954, p. 1, 91.

(5) J. Moreau, *J. Phys. Rad.*, 15, 1954, p. 776.

(6) P. Lehmann et J. Miller (à paraître).

coïncidences β-γ (*fig.* 2), avec des rayons β de 560 keV. On voit bien que le spectre β en coïncidence avec les rayonnements γ de 740 et 780 keV est moins énergique que le spectre partiel en coïncidence avec le rayonnement γ dont nous avons évalué l'énergie à 390 ± 20 keV. Nous avons pu tracer le spectre β

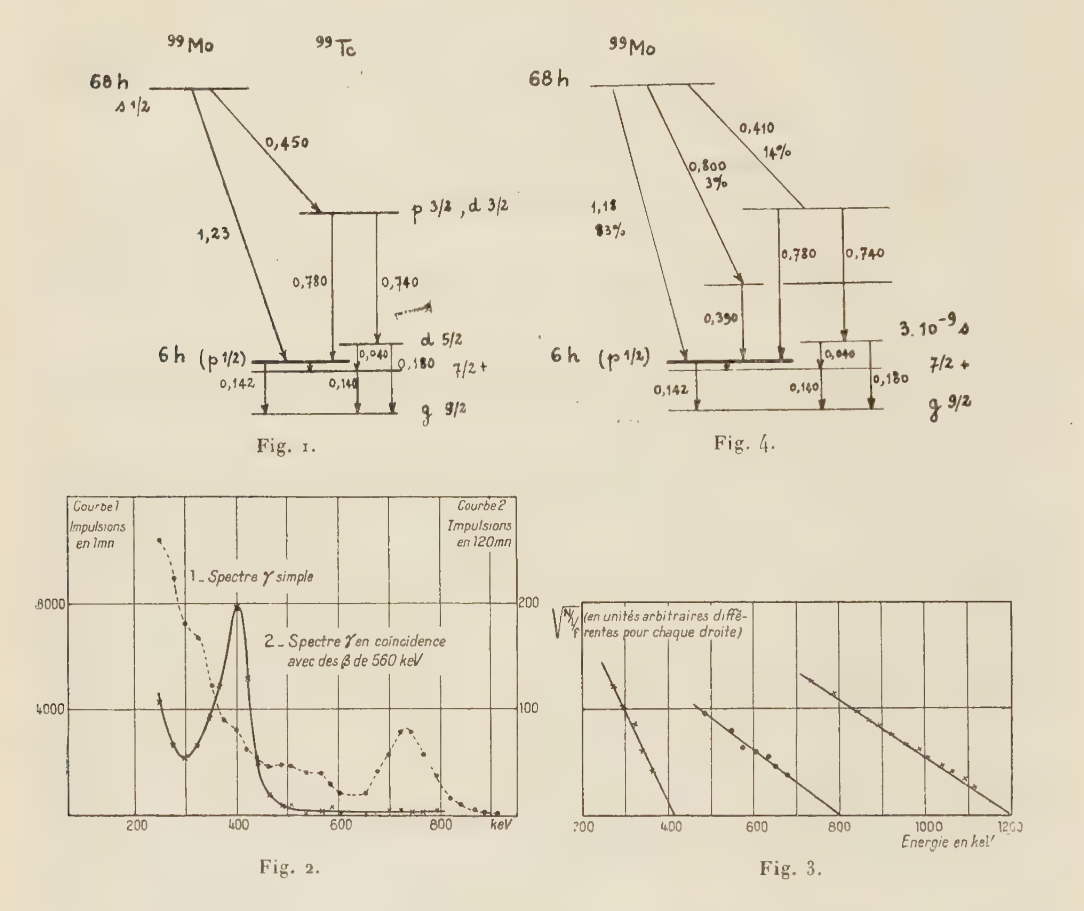



Fig. 1.

Fig. 4.

Fig. 2.

Fig. 3.

en coïncidence avec ce rayonnement γ et déterminer son énergie maximum à 800 keV. Par mesure de contrôle, nous avons tracé également le spectre β total ($E_{max}$ 1180 keV) et celui en coïncidence avec les rayonnements γ 740-780 keV ($E_{max}$ 410 keV). Les droites de Fermi correspondantes sont représentées sur la figure 3. Une mesure de coïncidences β-γ faite sur le dispositif à long temps de résolution avec un compteur cloche à paroi mince côté β a permis, par comparaison des pics à 740-780 keV et à 390 keV d'évaluer à 3 % le rapport d'embranchement du spectre β d'$E_{max}$ 800 keV. (Nous avons négligé le coefficient de conversion du rayonnement γ de 390 keV.) Ceci donne un log *ft* de l'ordre de 7,9. La transition est donc assez fortement interdite et si le niveau fondamental de $^{99}$Mo est bien *s* 1/2, le niveau à 530 keV de $^{99}$Tc aurait sans doute une parité négative. L'ensemble de ces résultats permet de tracer le schéma de désintégration de $^{99}$Mo comme le montre la figure 4.

PHYSIQUE NUCLÉAIRE. — *Importance de la diffusion inélastique* $\beta - e^-$ *dans les sources radioactives*. Note (*) de M. **Maurice Duquesne**, transmise par M. Frédéric Joliot.

Dans de précédentes Notes (1), (2) nous avons montré comment la rétrodiffusion des particules $\beta$ par les compteurs Geiger-Müller perturbait les mesures de coïncidences $\beta - e^-$, et indiqué une méthode pour atteindre le taux des coïncidences ayant la source radioactive pour origine. La diffusion inélastique $\beta - e^-$ dans la matière de la source provoque aussi des coïncidences parasites.

La réalisation d'un dispositif à compteurs Geiger-Müller mobiles nous a permis d'étudier les coïncidences en provenance d'une source de $^{32}P$ et de montrer l'influence de la masse superficielle moyenne ($\mu_s$) de la matière radioactive sur la corrélation angulaire des coïncidences $\beta - e^-$ signalée dans la Note (2). Le montage de la source est celui indiqué dans cette Note. La masse superficielle du support (LC 600) est de l'ordre de 20 à 50 $\mu g/cm^2$. Les fenêtres des compteurs ont une masse superficielle de 1 $mg/cm^2$. Trois espèces de sources ont été utilisées :

1° les sources $S_{th}$ obtenues par projection thermique sous vide; $\mu_s$ est uniforme et souvent inférieur au microgramme;

2° les sources $S_{dép}$ obtenues par évaporation d'une microgoutte de solution active $50 < \mu_s < 500\ \mu g/cm^2$;

3° pour les sources épaisses nous avons utilisé $^{32}P$ sous forme de phosphore rouge, réaction $^{31}P(n, \gamma)^{32}P$.

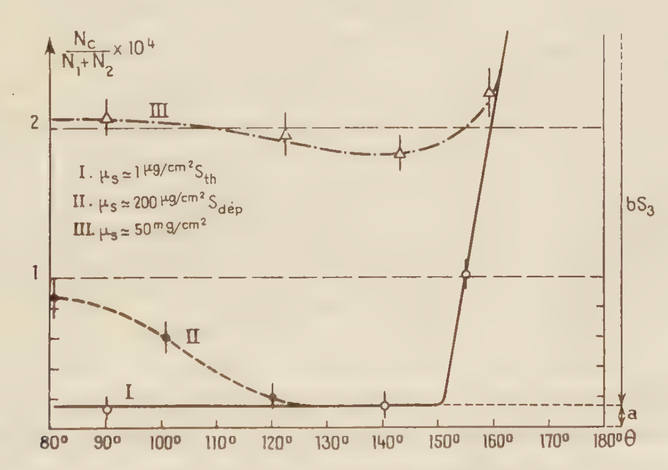



Fig. 1. — Taux des coïncidences $\beta - e^-$ en fonction de l'angle $\theta$ et pour des sources de différentes épaisseurs Pour $\theta > 150°$ la montée de Nc est due à la rétrodiffusion des $\beta$ par les compteurs.

(*) Séance du 8 décembre 1954.

(1) *Comptes rendus*, 234, 1952, p. 1159.

(2) *Comptes rendus*, 236, 1953, p. 598.

Dans l'expression générale du taux de coïncidences $N_c/N_1+N_2=a+bS$, la rétrodiffusion par les compteurs est caractérisée par le terme $b$S et peut être éliminée. Le taux des coïncidences dues à la diffusion inélastique $\beta-e^-$ se produisant dans la matière radioactive à l'intérieur de la surface S, entre dans la valeur *a*. Cet autre phénomène parasite perturbe les mesures de coïncidences $\beta-e^-$ en augmentant la valeur de *a* et en introduisant, pour des sources dont $50<\mu_S<500\,\mu g/cm^2$, une corrélation angulaire avec maximum au voisinage de $\theta=90°$ (*fig.* 1). Cette corrélation angulaire s'estompe lorsque $\mu_S$ augmente, et la valeur *a* qui croît d'abord avec $\mu_S$ atteint un maximum du fait de l'auto-absorption dans la source des $e^-$ secondaires projetés par les rayons $\beta$ (*fig.* 2). Des résultats semblables ont été obtenus avec $^{90}Y$ et $^{204}Tl$; il semble donc, les sources du type $S_{th}$ étant quelquefois difficilement réalisables, que l'on puisse étudier un nuclide par la méthode des coïncidences avec des sources $S_{dép}$ de $\mu_S$ suffisamment petit ($\mu_S<200\,\mu g/cm^2$ pour $^{32}P$). La géométrie dans ces conditions doit être limitée à $130°\leq\theta\leq180°$, $\theta$ étant l'angle défini par les axes des compteurs ; c'est la région où les mesures sont perturbées par les coïncidences dues à la rétrodiffusion, on atteindra donc la valeur $a_\theta$ par la méthode signalée dans la Note (²).

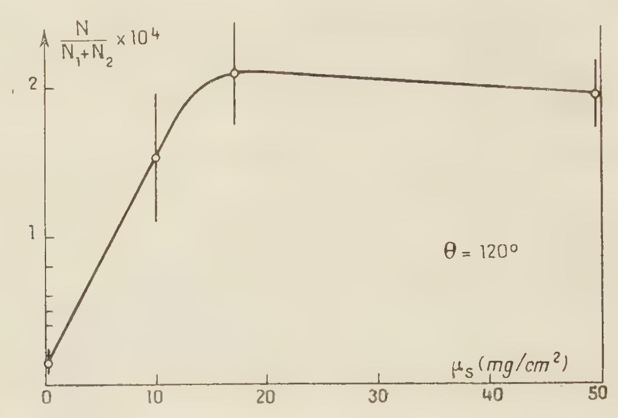



Fig. 2. — Taux des coïncidences $\beta-e^-$ en fonction de l'épaisseur de la source, pour une géométrie où la rétrodiffusion est nulle.

RAYONS COSMIQUES. — *Sur la perte d'énergie, par ionisation, de la composante nucléaire dans l'atmosphère.* Note de MM. **Tsai-Chü** et **Max Morand**, présentée par M. Eugène Darmois.

La perte d'énergie, par ionisation, de la composante nucléaire est calculée au moyen du spectre des moments. La valeur à haute latitude, 50°, est d'environ 120 MeV.cm⁻².s⁻¹.stérad⁻¹, elle est supérieure à celle estimée par Rossi.

1. Le flux vertical d'énergie apportée au sol par les rayons cosmiques se divise et se répartit entre différentes composantes secondaires après des interactions avec les noyaux de l'air. Rossi ([1]) a pu calculer le bilan d'énergie cosmique entre les particules primaires et leurs secondaires; c'est-à-dire mésons $\mu$, photons et électrons, neutrinos et nucléons. Basé sur les données très incomplètes, le résultat relatif à la composante nucléaire est plus imprécis que les autres. La connaissance du spectre des moments ([2]) jusqu'à très faible énergie nous permet de calculer la partie due aux nucléons avec plus de précision. La perte d'énergie correspondant aux nucléons comprend deux parties : la perte d'énergie par ionisation dans l'air et la perte d'énergie par interaction nucléaire. A une altitude donnée, la perte d'énergie par ionisation par g.cm$^{-2}$ d'air ($\Delta E/\Delta x$) est obtenue par le produit de l'intensité, $j(0)$, et la perte d'énergie ($dE/dx$) en MeV/g.cm$^{-2}$ d'air; l'intégration de ce produit sur toute l'atmosphère donne la perte totale d'énergie par ionisation.

2. Les spectres des moments des protons sont extrapolés respectivement jusqu'aux moments de coupure verticale, soit 9,04 BeV/$c$ à Tamanrasset et 13,80 BeV/$c$ à Costermansville, à l'aide d'un spectre primaire ([3]) et d'un parcours d'absorption de 125 g.cm$^{-2}$; la partie extrapolée, I(P), diminue avec une puissance de 1,80 à Tamanrasset et 1,86 à Costermansville; pour de très grandes énergies, la puissance du spectre peut avoir une valeur de 2,7. Nous avons

$$\frac{\Delta E}{\Delta x} = \int \frac{dE}{dx} I(P)\, dP \tag{1}$$

pour la perte d'énergie à l'altitude d'observation $h$ et

$$E = \int_{x_1}^{1033} \frac{\Delta E}{\Delta x} e^{-\frac{x}{L}} e^{\frac{h}{L}}\, dx \tag{2}$$

pour la perte totale d'énergie par ionisation à travers toute l'atmosphère. Jusqu'au maximum du spectre, l'intégration de la relation (1) est effectuée graphiquement avec le spectre des moments et une courbe ([4]) $dE/dx$ en fonction des moments. $dE/dx$ est considéré comme constante et égale à 3 MeV/g.cm$^{-2}$ pour des protons ayant un moment 0,7 jusqu'à 1 BeV/c et égale à 2 MeV/g.cm$^{-2}$ pour ceux de plus grande énergie. Nous avons pris 135 g.cm$^{-2}$ comme parcours d'absorption L pour des protons ayant un moment inférieur à 1 BeV/c et 125 g.cm$^{-2}$ pour ceux de plus grande énergie. Pour les nucléons secondaires avant d'atteindre l'équilibre, il y a une région de transition en très haute atmosphère qui a pour effet d'augmenter le parcours d'absorption; l'intégra-

([1]) *Rev. Mod. Phys.*, 20, 1948, p. 537.

([2]) Tsai-Chü et Max Morand, *Comptes rendus*, 235, 1952, p. 1502; 239, 1954, p. 415.

([3]) $I = 0{,}27\ E^{-1,9}$, Winkler, Stix, Dwight et Sabin, *Phys. Rev.*, 79, 1950, p. 656.

([4]) B. Rossi et K. Greisen, *Rev. Mod. Phys.*, 13, 1941, p. 240.

tion de la relation (2) avec le même parcours, mais seulement jusqu'à une altitude L, pourrait peut-être compenser cet effet. Les calculs détaillés sont indiqués dans le tableau I.

*La perte d'énergie par ionisation des protons dans l'atmosphère.*

*a.* Costermansville 4° latitude géomagnétique $E_{tot} = 82,9$ MeV.cm$^{-2}$.s$^{-1}$.stérad$^{-1}$.

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Moment (BeV/c)... | 0,2 à 0,7 | 0,7 à 1 | 1 à 13,8 | 13,8 à 15 | $>15$ |
| $x_1$ (g.cm$^{-2}$)...... | 135 à 1033 | 135 à 1033 | 125 à 1033 | 0 à ∞ | 0 à ∞ |
| Spectre × $10^7$..... | *fig.* 2 (²) | $3,33\,P^{-1,86}$ | $3,33\,P^{-1,86}$ | $3,33\,P^{-1,86}$ | $3,33 \times 15^{0,84}\,P^{-2,7}$ |
| E (MeV.cm$^{-2}$ stérad.s$^{-1}$)........ | 36,79 | 10,98 | 29,99 | 0,66 | 4,48 |

*b.* Tamanrasset 25° 30′ latitude géomagnétique $E_{tot} = 89,4$ MeV.cm$^{-2}$.s$^{-1}$.stérad$^{-1}$.

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Moment.......... | 0,19 à 0,66 | 0,66 à 1 | 1 à 9,04 | 9,04 à 15 | $>15$ |
| $x_1$............... | 135 à 1033 | 135 à 1033 | 125 à 1033 | 0 à ∞ | 0 à ∞ |
| Spectre × $10^7$..... | *fig.* 1 (²) | $2,62\,P^{1,80}$ | $2,62\,P^{-1,80}$ | $2,62\,P^{-1,80}$ | $2,62 \times 15^{0,9}\,P^{2,7}$ |
| E................ | 37,01 | 13,38 | 28,56 | 5,37 | 5,06 |

*c.* Latitude géomagnétique 50° $E_{tot} = 120,5$ MeV.cm$^{-2}$.s$^{-1}$.stérad.$^{-1}$.

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Moment.......... | 0,19 à 0,66 | 0,66 à 1 | 1 à 2,6 | 2,6 à 15 | $>15$ |
| $x_1$............... | 135 à 1033 | 135 à 1033 | 125 à 1033 | 0 à ∞ | 0 à ∞ |
| Spectre × $10^7$..... | 1,37 × *fig.* 1 | $2,62\,P^{-1,80}$ | $2,62\,P^{-1,80}$ | $2,62\,P^{-1,80}$ | $2,62 \times 15^{0,9}\,P^{-2,7}$ |
| E................ | 50,7 | 13,4 | 18,4 | 32,9 | 5,1 |

3. Pour la latitude géomagnétique 50°, nous avons utilisé le même spectre que Tamanrasset sauf en augmentant 1,37 fois (²) les intensités des protons ayant un moment inférieur au maximum du spectre; la perte d'énergie des protons, proprement dite, est 120,5 MeV.cm$^{-2}$.s$^{-1}$.stérad$^{-1}$, soit deux fois plus grande que l'ancienne valeur, 52, de Rossi. Dans ces estimations, il n'avait pas été tenu compte de la perte d'énergie due aux protons de très faible énergie (parcours inférieur à 5 g.cm$^{-2}$ de laiton); elle avait été incorporée dans la perte d'énergie par interaction nucléaire; la perte d'énergie due aux protons de très grande énergie avait été incorporée dans celle des mésons $\mu$; par conséquent, il n'y a probablement pas une très grande augmentation sur l'ensemble des pertes d'énergie des composantes secondaires. La valeur de la perte d'énergie, par ionisation, en tenant compte de la diffusion des nucléons secondaires, doit être encore augmentée sensiblement.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Point isohydrique et structure des solutions aqueuses concentrées : l'acide phénylacétique.* Note (*) de M. **Georges Carpéni** et M^lle **Marcelle Michel**, présentée par M. Louis Hackspill.

La courbe des potentiels (électrode à hydrogène) des solutions saturées, à 25°, du système acide phénylacétique (= AH)-phénylacétate de potassium (= AK)-eau, laisse apparaître un point anguleux particulier; celui-ci correspond à l'eutectique AH-sel acide AH.AK et son taux de salification $x = 0,22$, est peu différent du taux isohydrique $x_I \neq 0,17$.

(*) Séance du 8 décembre 1954.

Dans une Note récente, l'un de nous [1] a montré que la présence d'un « point isohydrique soluté » dans le réseau des courbes de salification d'un acide AH par une base B, était beaucoup plus fréquente qu'on pouvait le penser tout d'abord. Parmi les exemples cités, figuraient, entre autres, plusieurs acides organiques gras, tels que l'acide formique, l'acide acétique, etc. Poursuivant l'étude des relations entre point isohydrique et structure des solutions aqueuses « concentrées » [2], nous désirons maintenant apporter plusieurs résultats nouveaux concernant un acide acétique substitué : l'acide phénylacétique.

Peu soluble dans l'eau à la température ordinaire [3], l'acide phénylacétique est cependant susceptible de fournir des solutions très concentrées, à condition d'être associé à une quantité relativement faible d'un de ses sels, potassique par exemple. Cela revient à dire que sa solubilité augmente considérablement pour un certain taux de neutralisation. Ce fait, reconnu déjà par Smith et Speakman [4], joint à l'existence d'un sel acide « 0,5 » [5], nous incitait à appliquer à l'acide phénylacétique notre méthode d'étude actuellement au point.

Le titrage direct, par la potasse, des solutions d'acide de concentrations $c_0$, $c_0/2$, $c_0/5$, etc. [3], n'indique pas de point isohydrique, la solution $c_0$, pourtant saturée, étant manifestement trop diluée pour contenir des molécules associées en quantité notable. L'association se faisant vraisemblablement par estérifications potentielles [6], les radicaux phényls sont placés à la périphérie des édifices associés et entraînent, par leur hydrophobie, une insolubilité marquée. Cependant, il suffit que le réseau associé (quasi cristallin) de l'eau soit perturbé par la présence d'ions phénylacétiques plus nombreux, pour que aussitôt la solubilité de l'acide augmente considérablement : pour un taux de salification de $x = 1,3/(1,3 + 4,63) = 0,22$, la solubilité de l'acide *libre* passe par un maximum aigu de 4,63 M (*fig.* 1).

Dans cette Note préliminaire, nous nous limiterons aux résultats relatifs au diagramme d'équilibre du système ternaire AH — AK $H_2O$ à 25°. La figure 2

---

(1) G. Carpéni, *Comptes rendus*, 237, 1953, p. 1088 et 1154.

(2) La signification, toute relative, que nous attachons à ce terme a été précisée antérieurement (*loc. cit.*, p. 1156, note 9).

(3) A 25°, la solution saturée $c_0$ est, en effet, 0,125 M.

(4) *Trans. Far. Soc.*, 44, 1948, p. 1081.

(5) L'acide phénylacétique étant monobasique, le taux de neutralisation $x$ (= sel/acide total) varie naturellement de 0 à 1 ; un sel acide « 0,5 », potassique par exemple, signifie donc une constitution stoechiométrique $C_6H_5CH_2COOH.C_6H_5CH_2COOK$. Ce sel a déjà été préparé par Bakunin et Vitale, *Gazz. chim. ital.*, 65, 1935, p. 593.

(6) *Cf.* G. Carpéni, *Bull. Soc. Chim.*, 17, 1950, p. 1281 ; aussi autres travaux antérieurs.

montre la forme assez curieuse de la courbe des potentiels E [7] des solutions *saturées :* 1° en acide AH (branche AA′A″B); 2° en sel acide « 0,5 » (branche BB′C) et 3° en sel neutre $C_6H_5CH_2COOK$ (branche CD) [8]. On constate, par ailleurs, que dans le cas présent (solutions *constamment saturées*) un point isohydrique pI peut être défini à l'abscisse $x_i \# 0,17$.

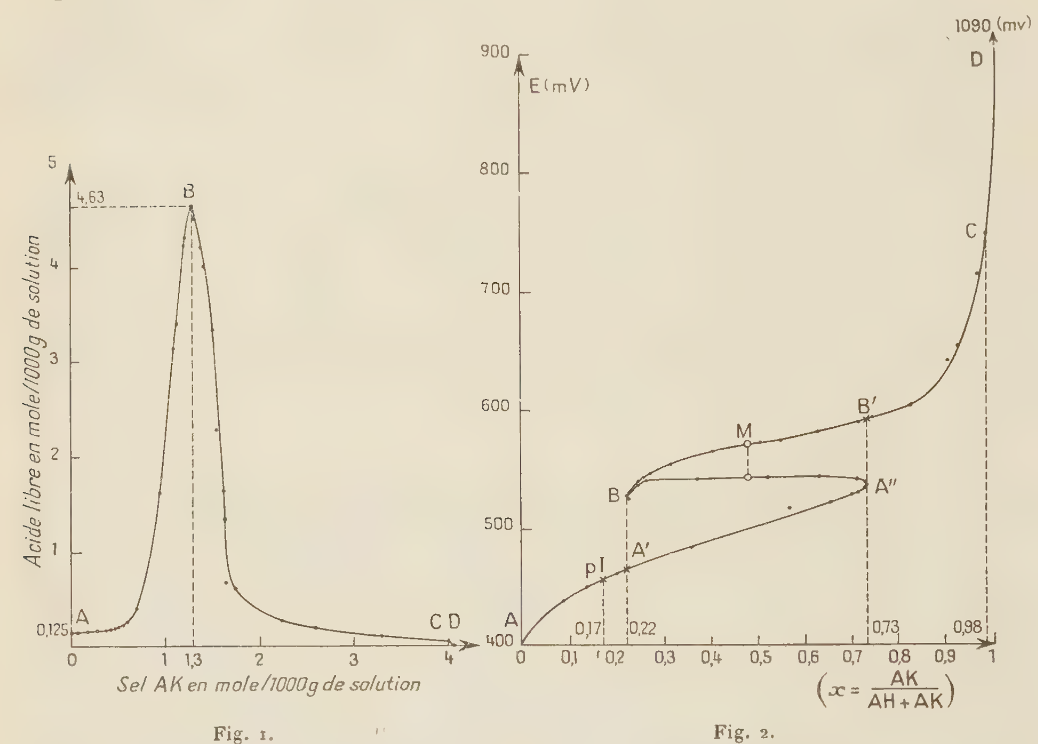



Fig. 1. Fig. 2.

Fig. 1. — Solubilité de l'acide phénylacétique à 25° C. — Branche AB : dépôt d'acide AH. Branche BC : dépôt de sel 0,5 (= AH — AK). Branche CD : dépôt de sel AK.

Fig. 2. — Potentiels, E, des solutions saturées en fonction du taux, $x$, de salification à 25° C. — Branche AA′B : dépôt d'acide AH. Branche BC : dépôt de sel 0,5, AH—AK. Branche CD : dépôt de sel AK. $p$I = point isohydrique. B : eutectique acide AH/sel AH—AK. C : eutectique sel AH—AK/sel AK.

Si, à 25°, le point isohydrique marque l'approche de l'eutectique d'abscisse $x = 0,22$, entre l'acide AH et le sel acide « 0,5 », il est possible qu'à température plus élevée, il corresponde à un véritable sel double dont la composition serait donnée par cette même abscisse $x \# x_i$ [9].

---

(7) E représente les fém. mesurées, des piles (avec transport) du type habituel : électrode à hydrogène/pont à KCl/électrode au calomel.

(8) Une solution quelconque M de la branche BB′, bien qu'elle soit en équilibre avec le sel « 0,5 », laisse par dilution précipiter l'acide AH (cela au point de rencontre de la verticale, baissée de M, avec la branche A″B). Au point B, eutectique entre l'acide et le sel 0,5, l'addition d'une goutte d'eau suffit pour provoquer une telle précipitation.

(9) Analogie marquée avec le sel isohydrique « 0,4 » borique (*cf.* G. Carpéni, *Comptes rendus*, 239, 1954, p. 1500).

CHIMIE PHYSIQUE. — *Interactions physicochimiques de deux charbons pendant leur carbonisation.* Note de M. **André Boyer**, M^lle **Simone Durif** et M. **Boris Alpern**, présentée par M. Pierre Chévenard.

Application de résultats précédemment établis ([1]) au problème de la diffusion entre deux charbons dans leur état plastique. Dans les conditions usuelles de carbonisation, il apparait entre les deux charbons une zone de transition, de quelques microns d'épaisseur, résultant probablement d'un mélange. En dehors de cette zone on observe des modifications étendues de l'un au moins des constituants.

1. *Études microscopiques.* — L'anisotropie optique d'un coke permet de déceler le rang du charbon dont il provient ([1]). Si l'on examine entre nicols croisés un coke obtenu par carbonisation d'un mélange de grains de deux charbons A et B, de rang différent, il est possible de reconnaître des régions provenant de A et d'autres provenant de B. Ceci prouve que les grains conservent une certaine individualité et que les charbons ne se mélangent pas entièrement pendant leur fusion.

On observe, cependant, que les frontières entre les grains ne sont pas parfaitement nettes lorsque les deux charbons sont susceptibles de passer simultanément par un état fluide. A fort grossissement, une zone de transition d'anisotropie intermédiaire apparaît sur une épaisseur très variable, de quelques microns en moyenne. L'étendue de cette zone croît quand on soumet le mélange à un malaxage pendant sa fusion.

Quand on étudie un mélange de charbon à coke (anisotrope) et de flambant (isotrope), l'anisotropie du coke provenant du premier constituant diminue nettement au voisinage du second. Cette action se manifeste ordinairement à une distance de plusieurs dizaines de microns, mais elle n'est ni générale ni constante.

Si un des constituants a été semi-carbonisé par chauffage préalable à 500°C, l'examen microscopique ne montre plus d'interaction; les frontières entre les grains deviennent nettes et l'anisotropie du second constituant est la même que s'il avait été cokéfié seul.

2. *Analyse par rayons* X. — Cette étude a porté sur des cokes qui, après carbonisation normale à 1 000° C ont été chauffés à plus haute température dans un four à résistance de carbone. Ces cokes, portés à 1 900° C présentent dans l'analyse aux rayons X un « indice de graphitisation » (rapport $x/l$) qui peut varier considérablement de 3 à 50. Si l'on mélange deux cokes préparés séparément à 1 900°C, on obtient pour le mélange une certaine valeur I de l'indice. Si l'on cokéfie ensemble en proportions correspondantes les deux

---

([1]) B. Alpern et S. Durif, *Comptes rendus*, 238, 1954, p. 2099.

charbons finement pulvérisés, le coke obtenu à 1 900°C donnera une valeur I′ significativement inférieure à I.

La graphitisation étant un phénomène d'organisation à très petite échelle (10-100 Å), la différence entre I et I′ traduit une *interaction* des deux charbons à cette même échelle. Nous n'en voyons qu'une explication : un mélange partiel par dissolution réciproque des deux charbons ou de leurs produits de carbonisation, suivi d'une réaction chimique.

*Exemple :* un flambant très peu fusible (Faulquemont) donne un $x/l$ de 3,3 ; un gras A très fusible (Camphausen) un $x/l$ de 29. Pour une proportion de 50 % des deux charbons, l'indice I est de 15 et l'indice I′ de 6 (à la granulométrie 0,05 mm). On constate en outre que :

*a.* l'interaction diminue quand la dimension des grains augmente, ce qui laisse supposer qu'il s'agit d'une action de surface ;

*b.* elle décroît fortement si, avant mélange, on chauffe le flambant vers 500° C.

3. *Autres techniques d'étude.* — L'examen des propriétés rhéologiques d'un mélange de charbons pendant la carbonisation permet également de mettre en évidence, dans certains cas, des phases mixtes d'autant plus apparentes que la granulométrie est plus fine. Nous utilisons aussi l'autoradiographie pour suivre la diffusion d'un charbon activé dans un charbon non activé. En effet, grâce à une irradiation par neutrons, les matières minérales réparties naturellement en petites quantités dans le charbon lui confèrent une activité convenable pour impressionner par contact une émulsion photographique.

*Conclusion.* — Ces interactions physico chimiques, qui s'exercent au voisinage des surfaces des grains, expliquent probablement en partie l'influence bien connue de la granulométrie des mélanges dans l'industrie de la carbonisation. Elles amènent à prévoir que l'action néfaste des flambants infusibles sur la qualité du coke dépendra plutôt de leur *surface* que de leur *masse*.

## ÉLECTROCHIMIE. — *Mécanisme de l'attaque anodique du cuivre.*

Note (*) de M. **René Audubert**, présentée par M. Eugène Darmois.

La théorie cinétique de la surtension permet de préciser le mécanisme de la dissolution anodique du cuivre en milieu acide.

Un grand nombre de métaux utilisés comme anode dans l'électrolyse de solution d'acides forts passent finalement en solution (Cu, Ni, Fe, etc.). Le mécanisme de ces processus anodiques peut être très différent : c'est ainsi que l'anode peut passer directement en solution par perte électronique suivant : $M \rightarrow M^{+} + \theta$, ou être le résultat de l'attaque du métal par un radical provenant

(*) Séance du 8 décembre 1954.

de la décharge d'un anion $A^-$ conformément à

$$A^- + \theta \rightarrow A \quad \text{et} \quad A + M \rightarrow A^- + M^+.$$

La théorie cinétique de la surtension permet de préciser la nature du mécanisme intime du phénomène.

1° Dans le cas d'un métal monovalent, la théorie montre que l'intensité, I, du courant est liée au potentiel anodique, $v$ par la relation

$$(1) \qquad I = K_1 S_M e^{-\frac{W_1 - \alpha \mathcal{F} v}{RT}} - K_2 [M^+] e^{-\frac{W_2 + \beta \mathcal{F} v}{RT}} = i_\alpha - K_2 [M^+] e^{-\frac{W_2 + \beta \mathcal{F} v}{RT}} \quad (^1).$$

La cinétique de l'attaque

$$(2) \qquad [M^+] = \int_0^\infty \rho I \, dt$$

conduit, en confondant activité et concentration, à une fonction exponentielle du temps.

2° Si l'on considère maintenant l'attaque comme résultant d'une réaction secondaire, l'intensité du courant se rapporte à la décharge de l'anion, par suite :

$$(3) \qquad I = K_1 [A^-] e^{-\frac{W_1 - \alpha \mathcal{F} v}{RT}} - K_2 [A] e^{-\frac{W_2 + \beta \mathcal{F} v}{RT}}.$$

L'activité du radical formé à l'anode étant fonction de sa réaction sur l'électrode, on a donc

$$(4) \qquad \frac{d[A]}{dt} = I - K_3 [A] S_M$$

mais comme $d[A]/dt = 0$, on obtient en définitive : $[A] = I/K_3 S_M$.

Dans ces conditions l'équation (3) donne

$$(5) \qquad I = \frac{K_1 [A^-] e^{-\frac{W_1 - \alpha \mathcal{F} v}{RT}}}{1 - \frac{K_2}{K_3 S_M} e^{-\frac{W_2 + \beta \mathcal{F} v}{RT}}} = \frac{i_\alpha}{1 - \frac{K_2}{K_3 S_M} e^{-\frac{W_2 + \beta \mathcal{F} v}{RT}}}.$$

La cinétique de l'attaque en fonction du temps est, à potentiel constant, proportionnelle au temps :

$$(6) \qquad [M^+] = \rho \frac{K_1 [A^-] e^{-\frac{W_1 - \alpha \mathcal{F} v}{RT}}}{1 - \frac{K_2}{K_3 S_M} e^{-\frac{W_2 + \beta \mathcal{F} v}{RT}}} t.$$

Les relations (1) et (2) d'une part, (5) et (6) d'autre part, confrontées avec l'expérience permettent de préciser le mécanisme intime de l'attaque.

---

(1) $K_1$, $K_2$ représentent les constantes cinétiques, $W_1$, $W_2$, les énergies d'activations, $\alpha$, $\beta$, les coefficients de transfert, $S_M$, une constante caractéristique de l'état de surface de l'anode et $[M^+]$ l'activité des ions métal.

Lorsqu'on établit la courbe de surtension anodique, déduite des données expérimentales, en portant en abscisses le potentiel de l'anode et en ordonnées le logarithme de l'intensité, on obtient pour les grandes surtensions en tenant compte de la diffusion, une droite qui correspond aux premiers termes des relations (1) ou (3) ($i_\alpha$ représente les valeurs de l'intensité dans ce domaine).

Considérons la portion incurvée obtenue pour les faibles surtensions et les différences entre les points de la droite prolongée, $i_\alpha$, et les valeurs expérimentales de l'intensité, on doit obtenir une droite en portant en abscisses les surtensions et en ordonnées les valeurs de $\text{Log}(i_\alpha - \text{I})$ dans le cas de l'attaque directe ou celles de $\text{Log}[(i_\alpha - \text{I})/\text{I}]$ dans le cas d'une réaction secondaire.

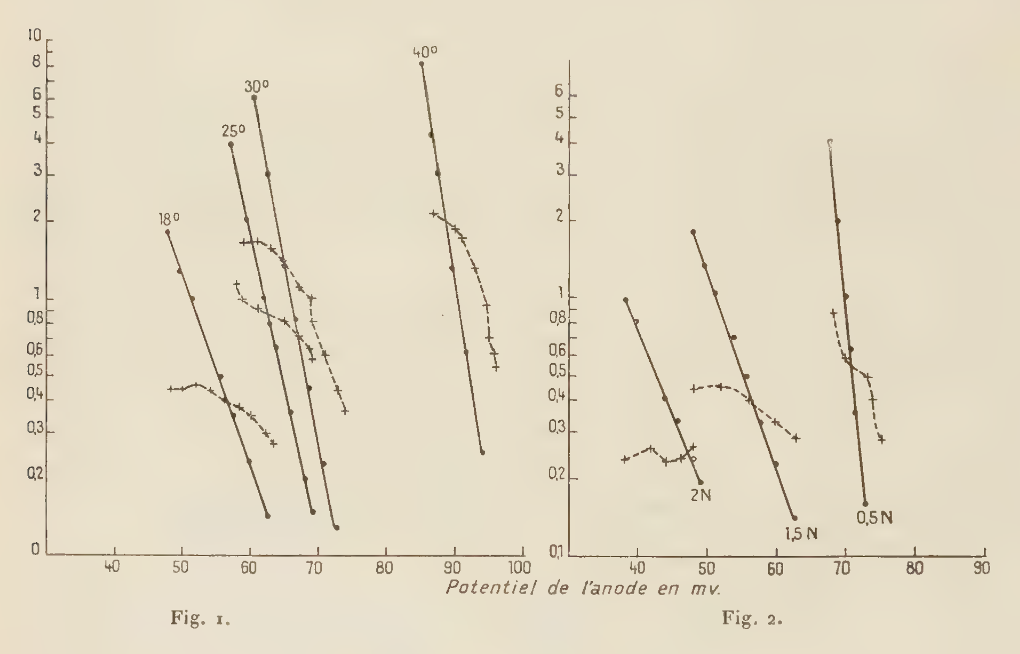



Fig. 1.

Fig. 2.

Fig. 1. — Influence de la température :

$SO_4H_2$ 1,5 N; $SO_4Cu$ 0,2 N

· courbe $\log \frac{i_\alpha - \text{I}}{\text{I}}$, × courbe $\log (i_\alpha - \text{I})$.

Fig. 2. — Influence de la concentration de $SO_4H_2$ :

$SO_4Cu$ 0,2 N, température 18°

· courbe $\log \left(\frac{i_\alpha - \text{I}}{\text{I}}\right)$ + courbe $\log (i_\alpha - \text{I})$

Les résultats des expériences de MM. Lameau et Dubois [2] sur l'attaque d'une anode de cuivre en milieu sulfurique, à plusieurs températures, à différentes concentrations en acide sulfurique (3N à 0,5N) et en sels neutres (2N à 0,2N) permettent de préciser la nature de la dissolution anodique.

---

(2) J. Lameau, *Diplôme d'Études supérieures*, Faculté des Sciences de Paris, 1954; J. Dubois, *Diplôme d'Études supérieures*, Faculté des Sciences de Paris, 1954.

Ainsi que le montrent à titre d'exemples quelques-unes des courbes obtenues on voit que le mécanisme de l'attaque est le résultat d'une réaction secondaire. D'autre part, conformément à cette conclusion, on constate que la vitesse de la dissolution est proportionnelle au temps et à l'activité des ions $SO_4^=$.

ÉLECTROCHIMIE. — *Détermination de la valence des ions métalliques au cours du polissage électrolytique en présence d'ions* $ClO_4^-$. Note de MM. **Philippe Brouillet**, **Israël Epelboin** et **Michel Froment**, présentée par M. Eugène Darmois.

On prouve, par un dosage gravimétrique, que l'application de la loi de Faraday permet de connaître la valence des ions métalliques au cours du polissage électrolytique en présence de $ClO_4^-$. Cette valence s'avère stable pour de nombreux métaux (Ag à Ga), mais ceux qui sont oxydables passent en solution avec une ou plusieurs valences dont certaines sont instables.

Lorsqu'on effectue le polissage électrolytique en présence d'ions $ClO_4^-$ dans des solutions à base d'acide acétique ou d'alcool éthylique, il est possible d'éviter tout dégagement gazeux et toute attaque chimique de l'anode. Dans ces conditions, les ions quittent le métal pour passer directement en solution et le rendement de la dissolution anodique, évalué comme le rapport entre le poids $p$ de métal dissous et celui calculé à partir de la loi de Faraday, est indépendant de la densité du courant d'électrolyse [1] et du pH de la solution. Les éventuelles réactions secondaires au voisinage de l'anode sont négligeables et l'on peut écrire que le nombre $n$ d'électrons libérés au cours de la dissolution d'un atome de métal de poids atomique A est $n = AQ/pF$ (Q, quantité d'électricité ayant permis de dissoudre le poids $p$, F le Faraday).

Le tableau ci-dessous indique les valeurs de $n$ que nous avons mesurées pour différents métaux et permet de les comparer aux valences usuelles.

| Métal. | Valences usuelles. | *n*. | Métal. | Valences usuelles. | *n*. |
|---|---|---|---|---|---|
| Ag | 1 | 1,0 | Mo | 3 à 6 | 3,0 |
| Hg | 1 et 2 | 1,0 | Zr | 2 à 4 | 2,0 |
| Pb | 2 et 4 | 2,0 | Zn | 2 | 1,4 |
| Bi | 3 et 5 | 3,0 | U | 3, 4, 6 et 8 | 1,4 |
| Sn | 2 et 4 | 2,0 | Mn | 2, 3, 4, 6 et 7 | 1,7 |
| Ni | 2 | 2,0 | V | 2 à 5 | 2,0 |
| Co | 2 et 3 | 2,0 | Al | 3 | 1,3 |
| In | 1, 2 et 3 | 1,0 | Be | 2 | 1,0 |
| Cd | 2 | 2,0 | Ti | 2 à 4 | 1,5 |
| Fe | 2 et 3 | 2,0 | Mg | 2 | 1,2 |
| Ga | 1, 2 et 3 | 1,0 | | | |

(1) I. Epelboin et M. Froment, *Comptes rendus*, 238, 1954, p. 2416.

On peut voir que $n$ est au plus égal à la valence usuelle la plus faible $v(n \leq v)$ et, lorsque le métal est oxydable, $n$ prend souvent une forme fractionnaire.

On pourrait expliquer $n < v$ par l'apparition, à la surface du métal, d'ions métalliques $M^{m+}$ instables, de valence $m$ inférieure à $v$, qui se réduiraient suivant :

$$(1) \qquad M^{m+} \rightarrow M^{v+} + (v - m)e.$$

De plus, si cette transformation se produisait dans un milieu riche en $ClO^-_4$ et $H^+$, conditions réalisées dans la couche anhydre, les électrons libérés permettraient la réaction

$$(2) \qquad ClO^-_4 + 8H^+ + 8e \rightarrow Cl^- + 4H_2O.$$

Si cela est exact, on doit déceler du chlore et un dosage gravimétrique effectué par addition de $NO_3Ag$ et précipitation de ClAg permet de vérifier ces hypothèses et d'établir la valeur de $m$.

1. Avec Be, on trouve des ions chlore et un ion $Cl^-$ correspond, après dosage et pesée du métal, à 8 atomes de métal dissous, ce qui pour $v = 2$, correspond à $m = 1$ ; l'ion Be passe donc en solution sous forme monovalente et devient divalent par la suite.

2. Lorsqu'on trouve pour $n$ une valeur fractionnaire, l'interprétation est plus délicate car cela peut signifier que le métal quitte l'anode sous forme d'ions de valences différentes. Par exemple, certains travaux sur les halogénures ([2]) nous permettent de penser que l'aluminium ($n = 1,3$) passe en solution simultanément sous forme de $Al^+$ et $Al^{3+}$. Avec $n = 1,3$, on aurait en effet $Al \rightarrow x\,Al^+ + y\,Al^{3+} + 1,3e$ avec $x + y = 1$, c'est-à-dire 85 % des ions à l'état provisoirement monovalent.

Or, le dosage gravimétrique indique qu'un ion Cl correspond à $4 \times 0,85$ atomes d'aluminium dissous, ce qui vérifie (2) et la dernière équation pour $m = 1$, $v = 3$ et $n = 1,3$.

De même, en supposant que Mg et Zn passent en solution simultanément à l'état monovalent instable et à l'état divalent stable, on doit obtenir 3/40 de $Cl^-$ pour 1 atome Zn et 1/10 de $Cl^-$ pour 1 atome Mg. Les dosages confirment ces prévisions.

3. Pour beaucoup de métaux, on trouve $n = v$, ce qui semble indiquer que la valence acquise au cours de la dissolution correspond à une valeur usuelle. Lorsque l'analyse ne décèle pas l'apparition de $Cl^-$, on peut alors supposer que cette valence est stable dans les conditions de l'expérience. C'est le cas des onze premiers métaux du tableau.

4. Mais si, au contraire, on constate la présence de $Cl^-$, comme c'est le cas de Mo, Zr et V, on peut supposer que cette valence usuelle n'est pas stable dans nos conditions et que les ions se réduisent en libérant des électrons.

---

([2]) P. Gross, Congrès de l'aluminium, Paris, juin 1954.

5. Le cas de U, Mn et Ti est encore plus compliqué car la dissolution semble s'effectuer sous forme de plusieurs ions instables. Par exemple, si le titane passait en solution sous forme de $Ti^{+}$ et $Ti^{2+}$, la valeur $n = 1,5$ entraînerait 1/16 de $Cl^{-}$ par atome dissous de titane. Or, le dosage montre un excès de 1/4 de Cl que l'on peut expliquer par la transformation $Ti^{2+} \rightarrow Ti^{4+} + 2e$.

*Remarque.* — Les nombres indiqués pour les dosages sont systématiquement entachés d'une erreur comprise entre 0 et — 3 % ; cet écart peut être partiellement dû à une perte de $Cl^{-}$ au cours de différentes opérations.

MÉTALLOGRAPHIE. — *Caractères généraux de la transformation $\alpha \rightleftharpoons \sigma$ des alliages fer-chrome.* Note de MM. **Paul Bastien** et **Gilles Pomey**, présentée par M. Albert Portevin.

L'étude des alliages Fe-Cr voisins de 50 % en atomes, qui se transforment totalement en phase $\sigma$, montre que cette réaction est du type général avec germination et croissance, mais qu'elle présente des caractères particuliers : faible germination, croissance très importante. Pour identifier micrographiquement les deux phases on a utilisé la différence des duretés et la fragilité de $\sigma$.

Nous avons préparé des alliages binaires fer-chrome de grande pureté et de compositions voisines de 50 % en atomes. Ces alliages, obtenus à l'état $\alpha$ cubique centré par refroidissement relativement rapide à partir d'une température élevée, se transforment totalement en phase $\sigma$ quadratique par maintien prolongé à des températures inférieures à 800° C. La vitesse de transformation décroît rapidement avec la température et elle n'est plus perceptible en dessous de 550° C environ.

La première propriété, que nous avons mise en évidence par une étude macrographique, est que la transformation dans le sens $\alpha \rightarrow \sigma$ s'effectue à partir d'un nombre très faible de germes. La figure 1 montre l'aspect caractéristique d'un échantillon à 46 % at. de chrome en cours de transformation après 2 h à 750° C : on peut y compter 100 germes $\sigma$ pour 10 000 grains $\alpha$ environ (la transformation sera toujours aléatoire).

La seconde propriété, qui découle de la première, est que la germination se développe peu avec le temps de maintien et que la transformation progresse principalement par croissance des grains $\sigma$.

Cependant, par un écrouissage à froid important avant le traitement isotherme, nous avons augmenté, par la multiplication des germes $\sigma$ au début du maintien, dans des proportions considérables, la vitesse de transformation $\alpha \rightarrow \sigma$. Nous avons bien une transformation par germination et croissance.

Troisièmement, pour ces alliages se transformant totalement en phase $\sigma$, de même composition que la phase $\alpha$ initiale, nous avons constaté que la transformation s'effectue sans diffusion globale notable des éléments. Nous

l'avons vérifié directement en étudiant à la microsonde électronique de Castaing des échantillons d'alliages fer-chrome en cours de transformation. Nous avons vu que, d'une part, les grains $\alpha$ et les grains $\sigma$ avaient la même teneur moyenne en chrome et, d'autre part, qu'il n'y avait pas de variation locale de cette teneur au voisinage ou au passage du joint de séparation des phases $\alpha$ et $\sigma$.



Fig. 1.



Fig. 2.

Cette propriété indique qu'il sera difficile de distinguer les deux phases dans ces alliages par voie micrographique : les deux états ayant même composition et mêmes propriétés chimiques (bonne résistance aux agents chimiques et à l'oxydation). Nous avons alors employé avec succès pour les distinguer les différences de propriétés physiques : dureté et fragilité.

Dans ces alliages, la phase $\sigma$ est beaucoup plus dure ($\Delta_\sigma \geq 800$ Vickers) que la phase $\alpha$ qui lui donne naissance ($\Delta_\alpha = 240$ Vickers). Ceci permet de mettre $\sigma$ en évidence :

*a*. par simple polissage mécanique au papier émeri (*fig*. 1);

*b*. par polissage en bas-relief à l'alumine;

*c*. par microdureté après polissage électrolytique. La dimension des empreintes permet de distinguer les grains $\sigma$ et de suivre leur contour.

La transformation $\alpha \to \sigma$ qui s'effectue avec diminution de volume spécifique, donne un petit nombre de gros grains durs, fragiles et en extension, ce qui provoque en fin de transformation ou au cours d'un refroidissement rapide

l'apparition de fissures dans les grains σ, s'arrêtant au joint α — σ. Ceci permet de reconnaître rapidement les grains σ dans la matrice α (*fig.* 2), mais constitue une cause d'erreur dans les mesures, particulièrement en dilatométrie.

PHYSIQUE DES MÉTAUX. — *Sur un type de sous-structure en spirales dans un laiton* β-γ *à l'aluminium*. Note de M. **Pierre A. Jacquet**, présentée par M. Pierre Chevenard.

Le polissage électrolytique d'un laiton β à gros grains contenant 3,99 % d'aluminium, coulé puis revenu, met en évidence, outre la précipitation de phase γ, des figures très comparables à celles trouvées sur les faces de croissance de divers cristaux minéraux, en particulier des spirales.

L'alliage, préparé par M. le Professeur A. R. Bailey, titre 62,59 % Cu, 33,42 % Zn et 3,99 Al [1]. L'échantillon étudié, prélevé dans un petit lingot coulé au sable, a été traité 27 h à 550° C, refroidi au four jusqu'à 400° C et trempé à l'eau. Préalablement à ce revenu, la face sur laquelle porte l'examen avait subi un notable écrouissage lors du découpage à la scie.

Après un polissage électrolytique de 30 mn (dissolution 30 à 40 μ) la microstructure comporte des aiguilles de phase γ dans la matrice β. Cette précipitation est plus abondante sur des bandes parallèles aux stries de découpage, ce qui prouve que la décomposition s'est trouvée favorisée par l'écrouissage.

En poursuivant les examens dans l'épaisseur de l'échantillon la précipitation massive tend à disparaître. Les aiguilles font place d'abord à des stries orientées, puis à de très fines particules distribuées apparemment au hasard, mais parfois alignées sur de courtes distances. Ce précipité fait généralement défaut autour des frontières de grains sur lesquelles existe un film continu de γ qui doit jouer, comme nous le montrerons ailleurs, un rôle fondamental dans la fragilité intergranulaire de ce type d'alliage. A l'intérieur des grains certaines portions de superficie limitée sont également privées de précipitation. Enfin la plupart des grains β contiennent un petit nombre de sous-joints correspondant, comme le prouvent les rayons X, à une polygonisation qui avait d'ailleurs été déjà observée dans le même laiton trempé à 800° C [2].

A partir du moment où la dissolution électrolytique a retiré environ 0,1 mm sous la surface initiale la phase γ en stries devient très rare. Le fait nouveau, c'est qu'il apparaît sur la quasi-totalité des plages sans précipité ponctuel une microstructure qui, à notre connaissance n'a jamais été décrite dans un métal ou un alliage. Il s'agit de segments assez courts et très étroits sensiblement rectilignes ou ondulés, isolés ou plus ou moins entrelacés, et se terminant

---

(1) Alliage décrit sous le n° 4 dans A. R. Bailey, S. Morris et A. J. K. Wiesiolek, *Metal Industry*, 18 décembre 1953, p. 497.

(2) P. A. Jacquet et A. R. Weill, *Comptes rendus*, 239, 1954, p. 1384.

presque toujours par un élément ponctuel qui n'a pas l'aspect habituel du précipité. La figure 1 en donne un exemple autour d'un sous-joint. Parfois, des traces de même caractère forment une spirale parfaite dont le centre est marqué par

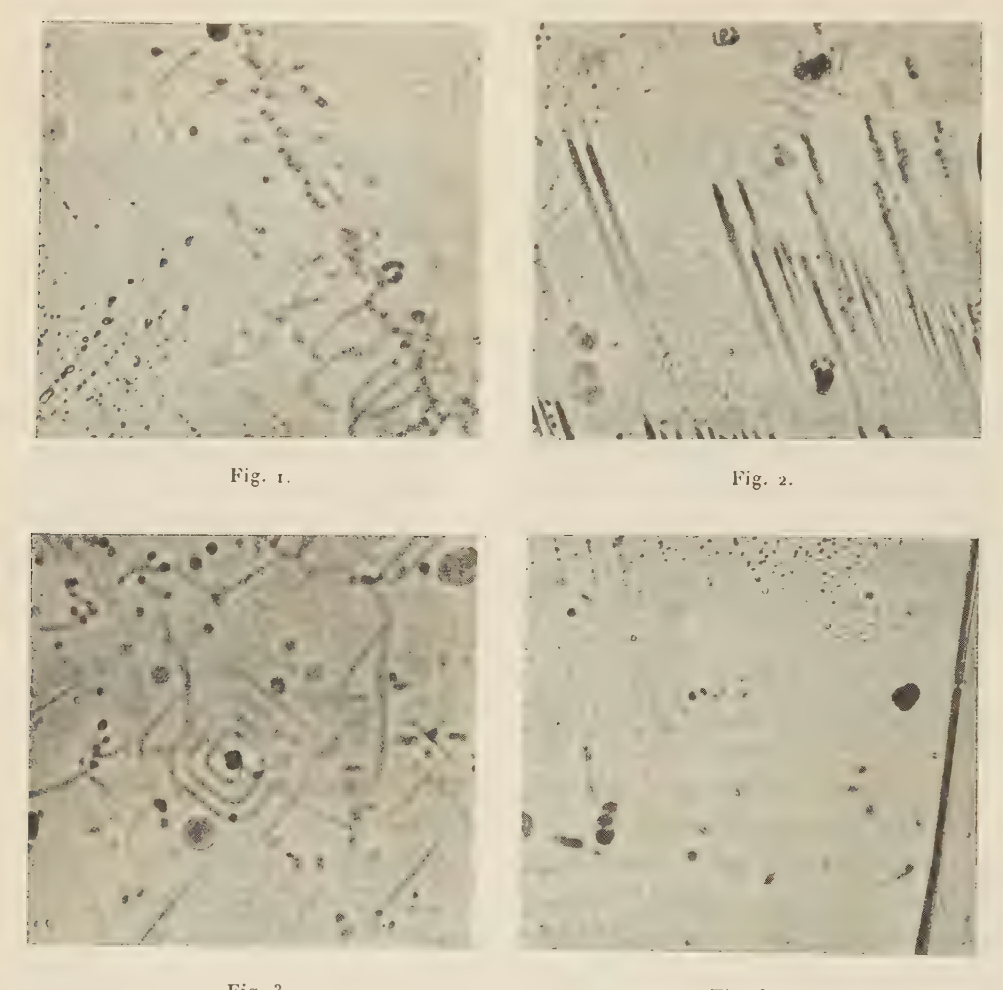


Fig. 1. Fig. 2.

Fig. 3. Fig. 4.

Fig. 1 : (G = 1000). — Fig. 2 : (G = 1000). — Fig. 3 : (G = 720). — Fig. 4 : (G = 800).

une micropiqûre (*fig.* 2) ou par une micro-inclusion (*fig.* 3). La figure 2 présente un intérêt particulier du fait de l'existence simultanée d'une spirale et de stries de phase $\gamma$. Une relation entre la direction de ces stries et la géométrie de la spirale est évidente, ce qui prouve que celle-ci est orientée par rapport au réseau cristallographique du grain $\beta$.

Enfin la figure 4 montre un cas de spirale incomplète près d'un joint intergranulaire.

On est frappé de la ressemblance flagrante entre ces aspects et ceux des figures de croissance (Spirales de Frank) observées sur les faces naturelles de

divers cristaux minéraux ([3]). D'autre part les méthodes interférentielles de Nomarski ([4]) indiquent :

1° que toutes les spirales sont à peu près planes ou très légèrement convexes;

2° que chaque spire est bordée d'un fossé de profondeur comprise entre 100 et 250 Å;

3° que le centre peut être soit un trou hémisphérique parfaitement poli profond de 0,12 μ, soit un trou avec une protubérance centrale occupée par une micro-inclusion.

On serait donc en présence d'un type de figure encore inconnu pour les alliages, et sans aucun doute en relation avec les dislocations du réseau. Il reste à préciser sa genèse et la raison pour laquelle il apparaît par simple polissage.

PHYSIQUE DES MÉTAUX. — *Sur l'interprétation des sous-structures en spirales observées dans un laiton β-γ à l'aluminium.* Note de M[me] **Adrienne R. Weill** et M. **Pierre A. Jacquet**, présentée par M. Pierre Chévenard.

Les spirales observées dans le laiton β résultent, ainsi que d'autres marques, d'une précipitation obéissant à un mécanisme imposé par le rassemblement des atomes de soluté et des dislocations. Il s'agirait donc des spirales et boucles de Frank et Read formées au sein même de l'alliage au cours du traitement thermique.

Dans une Note précédente ([1]) l'un de nous a décrit une sous-structure en spirale apparaissant parmi d'autres dans un laiton β traité contenant 3,99 % d'aluminium.

Malgré les difficultés expérimentales, le dispositif à deux ondes en lumière polarisée de Nomarski permet de décrire la spirale comme une pyramide légèrement convexe dont le sommet est un cratère parfois obturé par une inclusion.

Les observations micrographiques sur l'alliage autorisent la distinction de deux zones où la morphologie des précipités est nettement différente : en surface la phase γ précipite en aiguilles parallèles; à plus de 0,1 mm de profondeur on reconnaît des cavités, des réseaux plus ou moins fermés, des sillons quasiment parallèles, des boucles et des spirales ([1]). Dans les plages où apparaissent ces figures, il n'y a aucune marque de précipité en points discontinus, alors que ce mode est généralisé ailleurs, et en particulier dessine certains sous-joints de polygonisation, d'autres ayant une configuration plus complexe.

La figure 2 ([1]) se situe précisément à la limite des deux zones précédemment

---

([3]) *Voir* par exemple : A. J. Forty, *Advances in Physics*, 3, janvier 1954, p. 1.

([4]) G. Nomarski et M[me] A. R. Weill, *Bull. Soc. Franç. Min. Crist.*, 77, 1954, p. 840; *Revue Métallurgie* (sous presse).

([1]) P. A. Jacquet, *Comptes rendus*, 239, 1954, p. 1799.

décrites : la spirale est sous-jacente aux précipités en stries, puisque ceux-ci, parallèles aux diagonales des boucles de la spirale, ne font pas dévier les spires, au contraire d'une inclusion à l'extérieur du contour. Les marques discontinues de précipité sont totalement absentes des paliers de la spirale et réapparaissent en prolongement plus ou moins fidèle des spires, comme dans les plages dépourvues de spirales ou de marques d'aspect continu.

En général, les figures formées par ces marques sont nettement apparentées à celles qui ont été récemment interprétées à partir des mouvements de dislocation dans les réseaux cristallins, sous le double effet des déformations mécaniques et de la diffusion. En particulier, les entrelacs de segments [*fig.* 1, (1)], ou d'autres plus serrés encore, sont de même nature que ceux qui ont été mis en évidence dans le bromure d'argent (2). Toutefois, en ce qui concerne le laiton, il est probable que les traces continues sont en fait la marque d'un fossé, la phase γ précipitée étant dissoute par l'électrolyse plus rapidement que la matrice, ou phase β.

Les boucles des spirales sont aussi parfois barrées par une brisure issue du centre, comme dans les cas où un glissement se produit sur une figure de croissance (3). Enfin on a trouvé deux spirales simples de sens contraire situées de part et d'autre d'un sous-joint de polygonisation : la désorientation de leurs branches rectilignes est d'environ 1°, cette valeur correspond, comme ordre de grandeur, à celle fournie par l'examen aux rayons X, ce qui confirme leur caractère cristallographique malgré leurs grandes dimensions : environ 3 microns entre spires voisines.

On peut donc envisager que dans la zone superficielle où l'écrouissage est le plus fort la diffusion serait très rapide, d'où la formation de précipités en aiguilles, alignés sur les plans de glissement. En profondeur la déformation est plus faible et la diffusion se produit principalement par les canaux de dislocation.

Cette hypothèse permettrait d'esquisser le mécanisme par lequel se formeraient les figures observées. Des migrations d'atomes de soluté résultent des ségrégations de lacunes, et en contrepartie, des germes de phase γ. La croissance de ce précipité obéirait aux lois commandant les mouvements des dislocations. Ainsi les réseaux plus ou moins fermés seraient la représentation de parcours limités par des nœuds de dislocations ou d'autres obstacles [*fig.* 1 (1)], les spirales simples naîtraient à partir d'un seul centre actif [*fig.* 1 et 2 (1)], tandis que les boucles [*fig.* 4 (1)], ou certains contours fermés, seraient dus à l'action de plusieurs centres très voisins. Des circonstances physico-chimiques très particulières permettraient l'observation des réseaux et spirales décrits

(2) J. M. Hedges et J. N. Mitchell, *Phil. Mag.*, 223, 1953, p. 357.

(3) A. J. Forty, *Advances in Physics*, 3, (9), 1954, p. 1.

notamment par Mott ([4]), Frank et Read ([5]) et Seitz ([6]) [*fig.* 5 et 6 ([6])] pour préciser les arrangements ou les multiplications des dislocations.

Le même laiton pareillement traité fournit encore de nombreuses preuves du caractère cristallographique des figures observées et de leur correspondance avec les schémas proposés depuis quelques mois, à partir de considérations théoriques, par les physiciens des métaux. On se propose de réunir l'ensemble des résultats acquis dans une publication détaillée.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Produits cristallisés d'addition et identification éventuelle de composés non polaires.* Note (*) de M. **Roger Boudet**, transmise par M. Marcel Delépine.

L'action du chlorure de *p*-nitrobenzoyle sur le dérivé sodé du N-benzyl benzthiamide : $C_6H_5—CS—NH—CH_2—C_6H_5$ conduit à un imino thio ester jusqu'alors inconnu : la (N-benzyl) nitro-4 benzoyl-thio (phényl) méthanimine ([1]) : $C_{21}H_{16}O_3N_2S$ :

$$\begin{array}{l} C_6H_5—CH_2—N{=}C—C_6H_5 \\ \qquad\qquad\qquad\quad\;\; | \\ \qquad\qquad\qquad\quad\;\; S—CO—C_6H_4—NO_2 \end{array}$$

Le mode opératoire est conforme à celui déjà décrit en détail dans un précédent mémoire ([2]) : on agite, à température modérée, le dérivé métallique au sein d'une solution du chlorure d'acide dans le *p*-xylène. L'évaporation du solvant, une fois la réaction terminée, provoque la précipitation de fines aiguilles jaune d'or, produit d'addition, molécule à molécule, de l'imino thio ester et du *p*-xylène. L'alcool absolu dissocie, à chaud, ce solide en ses constituants et laisse à froid précipiter l'imino thio ester libre.

Ce dernier qu'on obtient ainsi avec un rendement de 70 % cristallise en paillettes rouge orangé. $F_{corr} = 104\text{-}104°,5$. Un dosage de soufre en confirme la pureté : S % trouvé : 8,48; théor. : 8,51.

Sa nature chimique est, d'autre part, confirmée par des propriétés en

([4]) N. F. Mott, *Proc. Roy. Soc.* A; 220, 1953, p. 1; *Nature*, 174, 1954, p. 377.

([5]) F. C. Frank et W. T. Read, *Phys. Rev.*, 79, 1950, p. 722.

([6]) F. Seitz, *Advances in Physics*, 1, 1952, p. 43.

(*) Séance du 8 décembre 1954.

([1]) Nous avons nommé ce composé en le faisant dériver de la méthanimine, suivant un mode de nomenclature couramment adopté pour les imino éthers.

([2]) R. Boudet, *Bull. Soc. Chim.*, 18, 1951, p. 377.

tous points comparables à celles déjà observées sur des composés similaires. Son hydrolyse, par exemple, est extrêmement aisée : elle a lieu sous l'action des agents les plus divers, régénère le thiamide de départ et fournit de l'acide *p*-nitrobenzoïque. Cette sensibilité aux milieux aqueux est du reste regrettable, en ce sens qu'elle interdit toute réduction du groupement nitro en radical amino par les moyens habituellement propres à provoquer une telle transformation.

La propriété la plus intéressante, comme la plus inattendue, de notre composé est la facilité avec laquelle il peut donner des complexes cristallisés d'addition moléculaire avec des substances liquides très variées, généralement à polarité nulle ou très faible. Nous avons pu en obtenir notamment avec des alcanes, des cyclanes, des carbures aromatiques, des halogénures, des éthers-oxydes, des esters. Ils se forment par simple dissolution à chaud de l'imino thio ester dans le composé choisi, suivie du refroidissement de la liqueur obtenue et apparaissent sous forme de solides jaunes d'aspect fréquemment feutré.

La *composition moléculaire* de telles combinaisons varie de l'une à l'autre. Nous avons cherché à évaluer le nombre de molécules du produit sulfuré liées à chaque molécule du liquide complexé. Nous l'avons toujours trouvé au moins égal à l'unité; il est de 1 pour le *p*-xylène mais atteint fréquemment 4 ou 5 dans d'autres cas.

La *stabilité* de ces complexes est, à froid, relativement grande : le composé d'addition au *p*-xylène se conserve inaltéré, même sous vide, durant plusieurs semaines. A chaud s'observe une dissociation progressive dont l'importance dépend essentiellement de la température atteinte et du composé soumis à chauffage. La plupart libèrent lentement leurs constituants vers 100° sous vide et leur point de fusion ne peut être connu que par détermination instantanée.

Lorsque ce point de fusion est suffisamment net — condition évidemment liée à une stabilité notable du complexe, à la chaleur — il peut servir à caractériser la substance liée à l'imino thio ester. Une telle identification est particulièrement avantageuse dans la mesure où elle s'avère difficile par toute autre voie, comme c'est le cas, entre autres, pour les alcanes et les cyclanes.

Nous précisons ci-dessous, à titre d'exemples, par températures croissantes, les points de fusion (instantanés Maquenne) des différents complexes donnés par les liquides suivants : *p*-xylène : 66°; chloroforme : 83°; *m*-xylène : 85°; chloro-1 butane : 85°; acétate d'éthyle : 87°; cis dichlor-1.2 éthène : 88°; tétrachlorure de carbone : 90°; *n*-hexane : 92°, dioxanne : 93°; cyclohexane : 95°; *n*-octane : 96°.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Deux nouvelles méthodes de synthèse de cétones alicycliques à structure spiro.* Note de MM. **Max Mousseron**, **Robert Jacquier** et **Henri Christol**, présentée par M. Marcel Delépine.

La synthèse de cyclanones possédant en α du carbonyle un cycle spiro a été réalisée : 1° par condensation du butadiène et des bases de Mannich des cyclanones; 2° par dialcoylation de cyclanones au moyen de dibromoalcanes.

Quelques cétones alicycliques de structure générale (I) sont déjà décrites (1), (2), (3), (4), (5), (6), mais ne sont guère abordables, à l'exception de la tétraméthylène-2.2 cyclohexanone [(I), $n = 4$, $m = 4$]. Nous avons réalisé la synthèse de spirocétones (I) au moyen de deux nouvelles méthodes présentant un certain caractère de généralité.

1° *Synthèse diénique.* — En vue de préparer les cétones (IV), on pouvait envisager une réaction de Diels-Alder entre le butadiène et les méthylène-2 cyclanones (III), mais ces dernières sont d'un isolement difficile et se polymérisent rapidement. Or, les bases de Mannich sont utilisables en tant que source de cétones α-éthyléniques et peuvent par exemple être directement condensées avec des substances susceptibles de donner des réactions d'addition 1.4.

(I) : $(CH_2)_n$, C, $(CH_2)_m$, C=O — (II) : $(CH_2)_n$, CH—$CH_2NR_2$, C=O → (III) : [$(CH_2)_n$, C=$CH_2$, C=O]

↓

(V) : $(CH_2)_n$, C, C=O ← (IV) : $(CH_2)_n$, C, C=O

Nous avons ainsi été amenés à réaliser des réactions de Diels-Alder entre le butadiène et les bases de Mannich des cyclanones (II). Cette application entièrement nouvelle de la synthèse diénique nous a permis d'isoler en une

(1) Godchot et Mlle Cauquil, *Comptes rendus*, 186, 1928, p. 767.

(2) Qudrat-I-Khuda et Ray, *Chem. Abstr.*, 34, 1940, p. 2338; Zelinsky et Elagina, *Chem. Abstr.*, 40, 1946, p. 6058.

(3) Walter, *J. Amer. Chem. Soc.*, 74, 1952, p. 5185.

(4) Vogel, *Chem. Ber.*, 85, 1952, p. 25.

(5) Tinker, *J. Org. Chem.*, 16, 1951, p. 1417.

(6) Cram et Seinberg, *J. Amer. Chem. Soc.*, 76, 1954, p. 2753.

étape et avec d'excellents rendements les spirocétones (IV); ces dernières, par hydrogénation catalytique, conduisent ensuite quantitativement aux cétones saturées (V).

Par chauffage en tube scellé 7 h à 150° de la N-diméthylaminométhyl-2 cyclohexanone [7] avec un excès de butadiène en solution toluénique, on isole la spirocétone (IV, $n=4$) (Rdt 60 %) $É_{16}$ 122-125°, dinitro-2.4 phénylhydrazone (DNP) F 107-108° (N % trouvé 16,32); l'hydrogénation en présence de nickel Raney sous 10 kg à la température ambiante conduit à la pentaméthylène-2.2 cyclohexanone (V, $n=4$) $É_{17}$ 120°, DNP F 123-124° (N % trouvé 16,19).

Dans les mêmes conditions, la N-morpholinométhyl-2 cyclopentanone [8] donne la cétone (IV, $n=3$) (Rdt 75 %) $É_{16}$ 103-106°, DNP F 150-151° (N % trouvé 17,06) hydrogénée en pentaméthylène-2.2 cyclopentanone (V, $n=3$) $É_{18}$ 105°, DNP F 178-179°, semicarbazone F 246-248° déc., oxime F 92-93° [*cf.* [5]].

Nous avons de même préparé la N-diméthylaminométhyl-2 cycloheptanone $É_{20}$ 115°, picrate F 139-140° (N % trouvé 14,11), qui condensée avec le butadiène fournit la spirocétone (IV, $n=5$) (Rdt 70 %) $É_{15}$ 132-135°, DNP F 97-98° (N % trouvé 15,65); cette dernière est hydrogénée en pentaméthylène-2.2 cycloheptanone (V, $n=5$) $É_{18}$ 133-135°, DNP F 114° (N % trouvé 15,60), semicarbazone F 208-209° [2], [3].

2° *Dialcoylation par les dibromoalcanes.* — La dialcoylation de cétones par les dibromoalcanes n'avait pas encore été tentée; 0,1 mole de cyclohexanone et 0,1 mole de dibromo-1.4 butane sont ajoutés à 0,25 mole de *t*-butylate de potassium en suspension dans 150 cm³ de benzène anhydre; après 5 h d'ébullition à reflux, on isole la tétraméthylène-2.2 cyclohexanone (Rdt 80 %) $É_{18}$ 104°, DNP F 116-117° [2]. Avec le dibromo-1.5 pentane, un mode opératoire identique conduit à la pentaméthylène-2.2 cyclohexanone (Rdt 60 %).

La dialcoylation de la cycloheptanone par le dibromo-1.4 butane fournit après 20 heures de reflux la tétraméthylène-2.2 cycloheptanone (Rdt 30 %), $É_{15}$ 116°, DNP F 97-98° (N % trouvé 16,15).

Cette méthode n'est cependant pas applicable à la cyclopentanone, dont la vitesse d'autocondensation est trop élevée dans les conditions utilisées [9].

L'alcoylation de l'α-tétralone par le dibromo-1.4 butane conduit à la tétraméthylène-2.2 tétralone-1 (Rdt 80 %) $É_{0,5}$ 127-130°, DNP F 159-160° (N % trouvé 14,80), oxime F 101-102°, dont la synthèse par la méthode classique nécessite six étapes [10]. Avec le dibromo-1.5 pentane, on isole la pentamé-

---

[7] FRANK et PIERLE, *J. Amer. Chem. Soc.*, 73, 1951, p. 727.

[8] HARRADENCE et LIONS, *Chem. Abstr.*, 33, 1939, p. 5855.

[9] CONIA, *Bull. Soc. Chim.*, 17, 1950, p. 533 et 537.

[10] MARVEL et GEISZLER, *J. Amer. Chem. Soc.*, 74, 1952, p. 1259.

thylène-2.2 tétralone-1 (Rdt 80 %) $É_{0,5}$ 140-143°, oxime F 160-161° (N % trouvé 6,16).

Dans le cas de la β-tétralone, l'alcoylation par le dibromo-1.4 butane et le dibromo-1.5 pentane est réalisée en présence d'hydrure de sodium [*cf.* (11)]; on obtient ainsi respectivement la tétraméthylène-1.1 tétralone-2 (Rdt 70 %) $É_{0,5}$ 129-130°, DNP F 122-123° (N % trouvé 14,90) et la pentaméthylène-1.1 tétralone-2 (Rdt 60 %) $É_{0,5}$ 142-144°, DNP F 143-144° (N % trouvé 14,32), non encore décrites.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Études sur les aldéhydes halogénés. Action des amines.* Note de MM. **Albert Kirrmann** et **Robert Muths**, présentée par M. Marcel Delépine.

Les amines agissent sur les aldéhydes halogénés en formant effectivement des amino aldéhydes. Ceux-ci conduisent, par les magnésiens, à des amino alcools.

Dans une précédente publication (1), nous avons décrit quelques produits obtenus par l'action des amines secondaires sur les aldéhydes α-halogénés, et nous avons été amenés à contester la structure d'aminoaldéhydes de ces corps. Nous devons aujourd'hui revenir sur cette conclusion et rétablir la formule aldéhydique. Une confusion accidentelle de produits, rendue possible par des concordances fortuites dans les constantes physiques de quelques substances, avait provoqué une erreur expérimentale, que des données précises relatives au mécanisme de réactions très analogues avaient paru consolider.

Nous avons rendu probable (2), (3), dans l'hydrolyse alcaline, l'intervention d'un époxyde hydroxylé (I). Stevens a admis (4), dans l'alcoolyse alcaline, le mécanisme proposé par nous et a effectivement isolé un époxyde méthoxylé (II). Par analogie, il est naturel de penser aux époxydes aminés (III), dont l'existence nous avait semblé étayée par des anomalies de propriétés des composés obtenus.

R—CH—CH—OH (époxyde, pont O entre les deux CH) (I)

R—CH—CH—$OCH_3$ (époxyde, pont O entre les deux CH) (II)

R—CH—CH—$N(C_2H_5)_2$ (époxyde, pont O entre les deux CH) (III)

Certaines de ces anomalies étaient réelles. De nouveaux essais ont confirmé

(11) Soffer, Stewart, Cavagnol, Gellerson et Bowler, *J. Amer. Chem. Soc.*, 72, 1950, p. 3708.

(1) Kirrmann et Muths, *Comptes rendus*, 238, 1954, p. 906.

(2) Kirrmann et Chancel, *Bull. Soc. Chim.*, 1950, p. 712.

(3) Kirmann et Krattiger, *Bull. Soc. Chim.*, 1953, p. 226.

(4) Stevens, Farkas et Gillis, *J. Amer. Chem. Soc.*, 79, 1954, p. 2695.

l'observation que les réactifs classiques des aldéhydes ne permettent pas l'obtention de dérivés cristallisés. La formation, par oxydation alcaline, d'hydroxyacides à la place des aminoacides attendus a été étendue à l'oxydation en milieu acide. Kögl [5] avait remarqué des anomalies analogues dans un autre aminoaldéhyde.

Mais, contrairement à notre indication erronée, ces aminoaldéhydes réagissent sur les magnésiens et forment des aminoalcools.

$$R-CH(NR'_2)-CHO + CH_3MgBr \rightarrow R-CH(NR'_2)-CH(OH)-CH_3.$$

Voici les aminoalcools de ce type que nous avons obtenus :

Diéthylamino-3 pentanol-2, $É_{13}$ 67-68°; $d_{18}$ 0,8540; $n_{18}$ 1,4345; dérivé acétylé $É_{13}$ 77-78°; $d_{20}$ 0,8870; $n_{20}$ 1,4340.

Pipéridino-3 pentanol-2, $É_{14}$ 95-96°; $d_{19}$ 0,912; $n_{19}$ 1,4590; chlorhydrate F 164-165°; dérivé acétylé $É_{13}$ 105-107°; $d_{18}$ 0,9535; $n_{18}$ 1,4562; chlorhydrate acétylé F 169°.

Méthyl-2 diéthylamino-2 butanol-3, $É_{13}$ 76-77° $d_{21}$ 0,8735 $n_{21}$ 1,4402; chlorhydrate F 161°; chlorhydrate benzoylé F 225°; dérivé acétylé $É_{13}$ 92°; $d_{20}$ 0,9092; $n_{20}$ 1,4360.

Diéthylamino-3 octanol-4, $É_{14}$ 112°; $d_{16}$ 0,8560; $n_{16}$ 1,4410; dérivé acétylé $É_{13}$ 124-126°; $d_{20}$ 0,8933; $n_{20}$ 1,4460.

Diéthylamino-3 octanol-2 $É_{13}$ 112-113°; $d_{18}$ 0,8551; $n_{18}$ 1,4392; dérivé acétylé $É_{13}$ 122-124°; $d_{20}$ 0,8821; $n_{20}$ 1,4395.

La structure des aldéhydes a été confirmée par une autre voie. Les acétals halogénés permettent d'obtenir des aminoacétals par action de la pipéridine. Leur formation est beaucoup plus lente que la réaction analogue avec les aldéhydes libres.

Diéthylacétal α-pipéridino butyrique, $É_{13}$ 112-115°; $d_{19}$ 0,9159; $n_{19}$ 1,4495.

Diéthylacétal α-pipéridino oenanthylique, $E_{12}$ 139-141°; $d_{17}$ 0,9081; $n_{17}$ 1,4538.

L'hydrolyse de ces acétals nous a fourni des aminoaldéhydes, identifiés avec les produits obtenus directement par leurs constantes physiques et par leurs dérivés cristallisés (chlorhydrate, picrate).

Enfin la fonction aldéhyde se manifeste normalement par ses propriétés physico-chimiques. L'absorption ultraviolette présente une bande large voisine de 2950 Å, avec un coefficient d'absorption moléculaire d'environ 30. L'étude polarographique fournit une onde caractéristique en milieu tamponné alcalin. Son potentiel de demi-onde est voisin de — 1,70 V/SCE.

Ainsi la formule normale indiquée primitivement [6] par l'un de nous paraît

(5) *Ann. Chem.*, 552, 1942, p. 1.

(6) KIRRMANN, *Comptes rendus*, 186, 1928, p. 701.

définitivement confirmée. Mais le problème du mécanisme de réaction reste entier. Il ne se réduit certainement pas à un simple échange halogène-azote, comme dans le cas de l'acétal.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la préparation des acides α.α-diphénylpimélique et α.α-diphényladipique.* Note de M. **François Salmon-Legagneur** et Mme **Cécile Neveu**, présentée par M. Marcel Delépine.

La présente Note a pour but d'indiquer les améliorations apportées aux préparations des acides α.α-diphénylpimélique et α.α-diphényladipique qui ont fait l'objet de deux Notes précédentes ([1]), ([2]), et de donner quelques précisions sur de nouveaux dérivés de ces deux diacides.

1° Il nous a paru beaucoup plus pratique pour préparer l'acide α.α-diphénylpimélique d'effectuer une action ménagée de CNK sur le dichloro-1.4 butane, suivie d'une condensation du produit obtenu sur le diphénylacétonitrile sodé par $NaNH_2$ d'après

$$Cl{-}(CH_2)_4{-}Cl + CNK \longrightarrow Cl{-}(CH_2)_4{-}CN \xrightarrow{+(C_6H_5)_2CNa(CN)} \underset{(I)}{(C_6H_5)_2C(CN){-}(CH_2)_4{-}CN}$$

$$\xrightarrow{+HOK} (C_6H_5)_2C(CO_2H){-}(CH_2)_4{-}CO_2H$$

Nous avons ainsi isolé le dinitrile (I), $C_{19}H_{18}N_2$, de F 73-74°. Le rendement de cette dernière condensation est excellent et le procédé est beaucoup plus rapide et rémunérateur que celui que nous avons décrit ([1]) à partir de l'ester δ-bromovalérianique; la saponification du dinitrile s'effectue en effet de manière satisfaisante dans la potasse glycolique en le diacide cherché. Notons que ce dernier se transforme aisément par action de $(CH_3CO)_2O$ et distillation dans un bon vide en diphénylcyclohexanone (II), $C_{18}H_{18}O$ de F 100-101° (oxime : F 206-207°), déjà signalée, mais obtenue (F 99°, oxime : F 208°) par une tout autre méthode ([3]), ([4]).

2° Pour la préparation de l'acide α.α-diphényladipique par action du diphénylacétonitrile, sodé par $NaNH_2$, sur le γ-bromobutyronitrile, nous avons obtenu une amélioration en augmentant la quantité relative de $NaNH_2$. Il est exact, en effet, que le produit $C_{18}H_{16}N_2$ de F 147-148°, isolé dans cette condensation, et auquel nous avions attribué dans notre précédente Note ([2]), la constitution d'un nitrile α.α-diphényladipique : $(C_6H_5)_2C(CN){-}(CH_2)_3{-}CN$, (III), répond en réalité à la structure isomère d'une cyano-5 diphényl-2.2

---

([1]) F. Salmon-Legagneur, *Comptes rendus*, 236, 1953, p. 2154.

([2]) F. Salmon-Legagneur et Mme C. Neveu, *Comptes rendus*, 237, 1953, p. 64.

([3]) Meerwein, *Ann. Chemie*, 396, 1913, p. 232.

([4]) Burger et Bennet, *J. Amer. Chem. Soc.*, 72, 1950, p. 5414.

cyclopentanonimine-1 (IV), comme l'ont montré Easton et Nelson ([5]) qui utilisaient comme dérivé halogéné dans cette condensation le γ-chlorobutyronitrile.

$$\underset{\text{(II)}}{(C_6H_5)_2C\langle CO, CH_2, CH_2, CH_2, CH_2\rangle} \qquad \underset{\text{(IV)}}{(C_6H_5)_2C(=NH)\text{-cycle}: C(=NH)-CH(CN)-CH_2-CH_2} \qquad \underset{\text{(VI)}}{(C_6H_5)_2C(=NH)\text{-cycle}: C(=NH)-CH(CONH_2)-CH_2-CH_2}$$

De même le composé $C_{18}H_{18}ON_2$ de F 232-233° pour lequel une structure possible (V) de nitrile-amide : $(C_6H_5)_2C(CN)-(CH_2)_3-CONH_2$ avait été avancée répond plus vraisemblablement à la constitution (VI) d'une carbonamide-5 diphényl-2.2 cyclopentanonimine-1 ([5]).

En fait la condensation du diphénylacétonitrile sodé sur le γ-bromobutyronitrile conduit, comme dans le cas du γ-chlorobutyronitrile, à un mélange de deux isomères en $C_{18}H_{16}N_2$, l'un de F 147-148° (IV) et l'autre de F 65-67° qui est le véritable dinitrile (III) ([5]). Plus la proportion relative de $NaNH_2$ utilisée dans la condensation est grande, plus la formation du composé cyclique est favorisée. Nous avons pu préparer également le véritable nitrile-amide (V), $C_{18}H_{18}ON_2$ de F 115-116°.

Il est remarquable de constater que c'est seulement par saponification glycolique du composé cyclique (IV) de F 147°, comme nous l'avons montré précédemment, que l'on obtient l'acide αα-diphényladipique dans des conditions satisfaisantes. L'hydrolyse dans les mêmes conditions du véritable dinitrile (III) de F 67° s'effectue mal et ne conduit le plus souvent qu'à des produits de décomposition. On a donc tout intérêt dans la condensation initiale à augmenter la quantité de $NaNH_2$ pour favoriser la production du composé cyclique.

Nous avons préparé également à cette occasion de nouveaux dérivés de l'acide α.α-diphényladipique, notamment le diester méthylique, $C_{20}H_{22}O_4$, de F 77-78°, l'α-méthylester δ-acide, $C_{19}H_{20}O_4$, de F 105-106°, l'α-acide δ-éthylester, $C_{20}H_{22}O_4$, de F 112-113° et la diamide, $C_{18}H_{20}O_2N_2$, de F 183-185°.

3° La difficulté de la préparation de l'acide α.α-diphényladipique avec un bon rendement vient surtout du fait que dans la saponification glycolique du produit (IV) il se produit une décarboxylation comme nous l'avions déjà signalée. Nous avons pu en effet isoler dans cette opération, à côté du diacide α.α-diphényladipique, un monoacide $(C_6H_5)_2CH-(CH_2)_3-CO_2H$, $C_{17}H_{18}O_2$,

([5]) *J. Amer. Chem. Soc.*, 75, 1953, p. 640.

de F 89-90°. La constitution de cet acide a été prouvée par la synthèse suivante :

$$(C_6H_5)_2CH—CH_2—CH_2OH \xrightarrow{BrH} (C_6H_5)_2CH—CH_2—CH_2Br \rightarrow$$

$$\xrightarrow{\text{synth. malonique}} \underset{(VII).}{(C_6H_5)_2CH—CH_2—CH_2—CH(CO_2H)_2} \rightarrow \underset{(F\ 89\text{-}90°).}{(C_6H_5)_2CH—(CH_2)_3—CO_2H}$$

L'acide (VII), $C_{18}H_{18}O_4$, non encore signalé, fond à 186-188°.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Recherches sur les magnésiens vinyliques*. II. *Synthèse de diènes*-1.3 *et* 1.4. Note de M. **Henri Normant**, présentée par M. Marcel Delépine.

Les diènes-1.3 symétriques, sous-produits de la formation des magnésiens vinyliques, ne se font bien que si le bromure porte un substituant aromatique. On décrit la préparation des diènes-1.3 dissymétriques à partir des éthers α-β-dibromés, et la préparation des diènes-1.4.

*a. Diènes*-1.3 *ou conjugués*. — La tendance à la duplication, dans la préparation des magnésiens vinyliques au sein du tétrahydrofuranne [1], n'est manifeste que si le bromure est substitué par un radical aromatique : Il en résulte le diène conjugué symétrique. Le taux n'en est pas élevé, en général, si l'on opère avec un excès de magnésien et en évitant l'échauffement. Cependant, avec le styrolène ω-bromé, la réaction de Wurtz est importante : il se fait près de 50 % de diphényl-1.4 butadiène et la préparation du magnésien au sein de l'éther [2] paraît, dans ce cas, plus indiquée.

On arrive, au contraire, au diène avec des rendements de 60-70 % en opérant à reflux avec un excès de bromure. Nous avons ainsi préparé divers diènes connus ou non.

$$CH_2=C(CH_2C_6H_5).C(CH_2C_6H_5)=CH_2 \qquad (F\ 86\text{-}87°)$$

Les bromures vinyliques aliphatiques n'ont pas de tendance à fournir les diènes correspondants; même dans des conditions forcées (chauffage, excès de bromure, présence de $FeCl_3$ ou $CoCl_2$) le taux n'en dépasse guère 4 %,

La condensation des magnésiens vinyliques aliphatiques avec les éthers-oxydes α-β-dibromés conduit aux *bromoéthylines éthyléniques* (I) (Rdt 65-70 %)

$$\text{>}C=\underset{|}{C}—MgBr + BrCH(OC_2H_5).CHBr.R \rightarrow \underset{(I)}{\text{>}C=\underset{|}{C}—CH(OC_2H_5).CHBr.R}$$

---

[1] H. Normant, *Comptes rendus*, 239, 1954, p. 1510.

[2] Rupe, *Ber. d. deutsch. chem. Ges.*, 43, 1910, p. 1231.

qui, traitées par Na divisé, engendrent avec un rendement d'environ 70 % les *diènes conjugués dissymétriques* (II)

$$>C=\underset{|}{C}-CH(OC_2H_5).CHBr.R \xrightarrow{2Na} >C=\underset{|}{C}-CH=CH-R$$

(II)

Nous avons ainsi préparé $CH_3.CH=CH.CH(OC_2H_5).CH_2Br$, $É_{14}$ 65°; $d_4^{20}$ 1,231; $n_D^{20}$ 1,4623, par $CH_3.CH=CH.MgBr$ et $C_2H_5O.CHBr.CH_2Br$, et $CH_3.CH=CH.CH(OC_2H_5).CHBr.C_2H_5$, $É_{12}$ 78-80°; $d_4^{20}$ 1,157; $n_D^{20}$ 1,4630 à partir du même magnésien et de $C_2H_5O.CHBr.CHBr.C_2H_5$.

Ils nous ont fourni respectivement du pipérylène $CH_3.CH=CH.CH=CH_2$ et de l'heptadiène-2.4, $CH_3.CH=CH.CH=CH.C_2H_5$.

*b. Diènes*-1.4. — Les magnésiens vinyliques réagissent avec les halogénures allyliques $XCH_2.C(R)=CH_2$ en donnant les diènes-1.4 :

$$>C=\underset{|}{C}-MgX + XCH_2.C(R)=CH_2 \rightarrow >C=\underset{|}{C}-CH_2.C(R)=CH_2.$$

| Magnésien. | Halogénure. | Produit obtenu. | Rendement (%). |
|---|---|---|---|
| $CH_2=CH.MgBr$ | $BrCH_2.CH=CH_2$ | Pentadiène-1.4 ([a]) | 73 |
| $CH_2=CH.MgBr$ | $ClCH_2.C(CH_3)=CH_2$ | Méthyl-2 pentadiène-1.4 ([b]) | 62 |
| $CH_2=CH.MgBr$ | $BrCH_2.CBr=CH_2$ | Bromo-2 pentadiène-1.4 ([c]) | 58 |
| $CH_3.CH=CH.MgBr$ | $BrCH_2.CH=CH_2$ | Hexadiène-1.4 ([d]) | 80 |

([a]) Le pentadiène-1.4 a été obtenu pur en faisant tomber goutte à goutte le magnésien dans le bromure d'allyle tiède. En tenant compte du bromure récupéré le rendement s'élève à 90 %. Le procédé est en outre plus rapide qu'à partir du pentènol ([3]). En opérant en sens inverse, (*a*) est souillé de pipérylène.

([b]) méthyl-2 pentadiène-1.4, $C_6H_{10}$, $É_{754}$ 58-59°; $n_D^{21}$ 1,4066; $d_4^{21}$ 0,706.

([c]) bromo-2 pentadiène-1.4, $C_5H_7Br$, $É_{755}$ 104-105°; $n_D^{20}$ 1,4725; $d_4^{20}$ 1,288.

([d]) hexadiène-1.4 : souillé d'un peu de biallyle.

Avec un bromure allylique homologue, la réaction n'est pas univoque, mais l'isomère ramifié domine nettement. Ainsi l'action de $CH_2=CHMgBr$ sur $C_2H_5.CH=CH.CH_2Br$ fournit 80 % de diènes en $C_7$, surtout formés d'*éthyl-3 pentadiène*-1.4, $CH_2=CH.CH(C_2H_5).CH=CH_2(C_7H_{12})$, $É_{760}$ 86°; $n_D^{22}$ 1,4171; $d_4^{22}$ 0,718.

---

([3]) R. Paul et H. Normant, *Comptes rendus*, 216, 1943, p. 689.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur une synthèse totale des acides (d, l) tuberculostéarique (d, l) méthyl-11 laurique, et arachidique*. Note de MM. **Michel Sy**, **N. P. Buu-Hoï** et **N. Dat-Xuong**, présentée par M. Marcel Delépine.

La méthode de désulfuration réductrice des dérivés du thiophène par le nickel de Raney est appliquée à la synthèse totale des acides gras supérieurs mentionnés dans le titre.

Nous avons montré à plusieurs reprises (1) que la réaction de désulfuration réductrice des dérivés du thiophène à l'aide du nickel de Raney (2) ouvre une voie féconde pour la synthèse des acides gras supérieurs, en particulier des acides ramifiés, dont on connaît l'intérêt biologique. Nous appliquons maintenant cette méthode à la synthèse totale de deux acides ramifiés, les acides tuberculostéarique (I) et méthyl-11 laurique (II) racémiques, et d'un acide supérieur à chaîne droite, l'acide arachidique $CH_3-(CH_2)_{18}-CO_2H$.

$$\underset{\text{(I)}}{CH_3-(CH_2)_7-\underset{\displaystyle CH_3}{\underset{|}{CH}}-(CH_2)_8-CO_2H} \qquad \underset{\text{(II)}}{CH_3-\underset{\displaystyle CH_3}{\underset{|}{CH}}-(CH_2)_9-CO_2H}$$

1° *Synthèse de l'acide (d, l) tuberculostéarique*. — Nous partons de *l'acide α-méthyl-caprique* $CH_3-(CH_2)_7-CH(CH_3)-CO_2H$, $É_{20}$ 171-177°, $n_D^{19°}$ 1,4442 obtenu par synthèse malonique; le chlorure de cet acide, condensé avec le thiophène (en milieu sulfocarbonique et en présence de $Cl_4Sn$), fournit l'(*α-méthylcapryl*)-2 *thiophène* (III), huile jaune pâle, $É_{18}$ 197-199°, $n_D^{24°}$ 1,4897 ($C_{15}H_{24}OS$, calculé %, C 79,4; H 9,5; trouvé %, C 79,3; H 9,8), dont la *semicarbazone* cristallise de l'éthanol en aiguilles brillantes, incolores, F 130° ($C_{16}H_{27}ON_3S$, calculé %, N 13,6; trouvé %, N 13,3). La réduction de cette cétone par l'hydrate d'hydrazine et la potasse conduit au (*β-méthyl-n-décyl*)-2 *thiophène* (IV), liquide incolore, $É_{23}$ 172-174°, $n_D^{22°}$ 1,4748 ($C_{15}H_{26}S$, calculé %, C 75,6; H 10,9; trouvé %, C 75,6; H 11,1); la succinoylation (au sein du nitrobenzène et en présence de $Cl_3Al$) de ce corps fournit l'*acide β-(β-méthyl-n-décyl-5 thénoyl-2) propionique* (V), cristallisant du benzène en prismes incolores, F 110° ($C_{19}H_{30}O_3S$, calculé %, C 67,5; H 8,9; trouvé %, C 67,2; H 9,0), et qui est réduit par l'hydrate d'hydrazine et la potasse en *acide γ-(β-méthyl-n-décyl-5-thiényl-2) butyrique* (VI), $É_{28}$ 275-277°, $n_D^{22°}$ 1,4952, cristallisant de l'éther de pétrole en aiguilles incolores, F 37-38°, ($C_{19}H_{32}O_2S$, calculé %, C 70,4; H 9,9; trouvé %, C 70,7; H 10,2). La désulfuration de ce corps fournit l'*acide (d, l) tuberculostéarique*, $É_{18}$ 246-247°, F 24,5-25°, dont l'*amide* fond à 78°; la littérature (3) indique pour cet acide des points de fusion allant de 23°,5 à 25,4-25°,1 et pour son amide F 77-78°.

---

(1) Sy, Buu-Hoï et Xuong, *J. Chem. Soc.*, 1954, p. 1975; *Comptes rendus*, 239, 1954, p. 1224.

(2) Blicke et Sheets, *J. Amer. Chem. Soc.*, 70, 1948, p. 3768; Papa, Schwenk et Ginsberg, *J. Organic Chem.*, 14, 1949, p. 723.

(3) Prout, Cason et Ingersoll, *J. Amer. Chem. Soc.*, 70, 1948, p. 298; Schmidt et Shirley, *ibid.*, 71, 1949, p. 3804.

$CH_3-(CH_2)_7-CH(CH_3)-CO-$(thiényl-2) (III) → $CH_3-(CH_2)_7-CH(CH_3)-CH_2-$(thiényl-2) (IV)

$CH_3-(CH_2)_7-CH(CH_3)-CH_2-C_4H_2S-CO-(CH_2)_2-CO_2H$ (V)

→ $CH_3-(CH_2)_7-CH(CH_3)-CH_2-C_4H_2S-(CH_2)_3-CO_2H$ (VI)

2° *Synthèse de l'acide* (*d*, *l*) *méthyl-11 laurique.* — La succinoylation de l'*isoamyl-2 thiophène* (huile incolore, $\hat{E}_{25}$ 92°, préparée par réduction de l'isovaléroyl-2 thiophène) donne l'*acide* β-(*isoamyl-5 thénoyl-2*) *propionique* (VII), cristallisant du benzène en paillettes incolores, brillantes, F 111° ($C_{13}H_{18}O_3S$, calculé %, C 61,4; H 7,1; trouvé %, C 61,1; H 7,1) et dont la réduction donne l'*acide* γ-(*isoamyl-5 thiényl-2 butyrique* (VIII) huile jaune pâle, $\acute{E}_{20}$ 216-218°, $n_D^{22}$ 1,5186 ($C_{13}H_{20}O_2S$, calculé %, C 65,0; H 8,3; trouvé %, C 65,3; H 8,5); la désulfuration de ce corps conduit à l'*acide* (*d*, *l*) *méthyl-11 laurique*, huile jaune pâle, $\hat{E}_{16}$ 189-190°, $n_D^{22}$ 1,4198 ($C_{13}H_{26}O_2$, calculé %, C 72,9; H 12,1; trouvé %, C 72,8; H 12,4); le *chlorure* de cet acide est une huile jaune pâle $\hat{E}_{18}$ 156-157°, et l'*amide* cristallise du méthanol en aiguilles soyeuses, F 103° ($C_{13}H_{27}ON$, calculé %, N 6,6; trouvé %, N 6,5).

$(CH_3)_2CH-(CH_2)_2-C_4H_2S-CO-(CH_2)_2-CO_2H$ (VII)

→ $(CH_3)_2CH-(CH_2)_2-C_4H_2S-(CH_2)_3-CO_2H$ (VIII)

3° *Synthèse de l'acide arachidique.* — Par succinoylation du *n*-dodécyl-2 thiophène, on a l'*acide* β-(*n-dodécyl-5 thénoyl-2*) *propionique*, cristallisant de l'éther de pétrole en aiguilles incolores F 107° ($C_{20}H_{32}O_3S$, calculé %, C 68,2; H 9,1; trouvé %, C 68,5; H 9,2), et qui est réduit en *acide* γ- (*n-dodécyl-5 thiényl-2*) *butyrique*, $\acute{E}_{14}$ 275-285°, cristallisant de l'éther de pétrole en aiguilles incolores F 87° ($C_{20}H_{34}O_2S$, calculé %, C 71,0; H 10,1; trouvé %, C 71,3; H 10,4), et lequel est désulfuré en *acide arachidique*, $\acute{E}_{24}$ 250-251°, F 75-76°, dont l'*amide* fond à 107°; la littérature indique F 75°,3 pour cet acide, et F 109° pour son amide ([4]).

---

([4]) FRANCIS et PIPER, *J. Amer. Chem. Soc.*, **61**, 1939, p. 577; ADAM et DYER, *J. Chem. Soc.*, **127**, 1925, p. 72.

La présente méthode de synthèse des acides gras est malheureusement parfois impraticable, à cause de l'empêchement stérique. Ainsi, l'*acide* γ-(*diéthyl*-2, 5 *thiényl*-3)*butyrique*, paillettes incolores (de l'éther de pétrole) F 61°, $É_{24}$ 207-209° ($C_{12}H_{18}O_2S$, calculé %, C 63,7 ; H 8,0 ; trouvé %, C 64,0 ; H 8,1) résiste à la réduction désulfurante ; il en est de même pour l'*acide* γ-(*di-n-propyl*-2,5 *thiényl*-3) *butyrique*, huile visqueuse jaune, $É_{18}$ 238-240° ($C_{14}H_{22}O_2S$, calculé %, C 66,1 ; H 8,7 ; trouvé %, C 66,3 ; H 9,0), obtenu à partir de l'*acide* β-(*di-n-propyl*-2,5 *thénoyl*-3) *propionique*, aiguilles incolores (de la ligroïne) F 71-72° ($C_{14}H_{20}O_3S$, calculé %, C 62,7 ; H 7,5 ; trouvé %, C 62,9 ; H 7,8).

CHIMIE ORGANIQUE. — *Dérivés cyclobutaniques, isomères de ceux qui sont formés par duplication des alcools triaryl*-1.1.3 *allyliques*. Note (*) de M. **Bernard Goffinet**, présentée par M. Charles Dufraisse.

Une série de corps cyclobutaniques, isomère de la série formée par duplication des alcools triaryl-1.1.3 allyliques a été obtenue par condensation de benzaldéhyde sur des diphényléthylènes en milieu faiblement acide.

Les colorants éthyléniques, provenant de la salification des carbinols triphénylallyliques *p*-diméthylaminés, dont j'ai étudié les transformations sous l'influence des acides [1], [2], [3] peuvent aussi être préparés, comme on l'a déjà signalé, par une voie toute différente qui est la réaction de R. Wizinger [4] et qui consiste en la condensation, par l'acide perchlorique, de diphényl-1.1 éthylènes portant en para des groupements variés (aminés ou alcoxylés), sur des benzaldéhydes substitués par ces mêmes groupements. C'est ainsi que R. Wizinger et G. Renckhoff [5] avaient préparé par ce procédé, à partir du bis (*p*-diméthylaminophényl)-1.1 éthylène, IV, opposé au benzaldéhyde ou au *p*-diméthylaminobenzaldéhyde, les colorants correspondants aux deux bases carbinoliques V*a* et VI*a*.

Si la condensation, au lieu d'être effectuée en présence d'acide perchlorique, était réalisée en milieu chlorhydrique faible, il se formait des corps incolores, correspondant à une duplication des colorants avec perte de deux molécules d'acide ou, ce qui revient au même, à la dimérisation des allènes hypothétiques, V*b* et VI*b*, termes de passage supposés.

Les auteurs avaient admis que la structure de ces corps devait se rattacher à celle du produit de duplication déshydratante de l'alcool triphényl-1.1.3 allylique simple, II, parce qu'ils supposaient, logiquement, qu'un intermé-

---

(*) Séance du 8 décembre 1954.

(1) Ch. Dufraisse, A. Étienne, P. Barbiéri et B. Goffinet, *Comptes rendus*, 234, 1952, p. 22.

(2) Ch. Dufraisse, A. Étienne et B. Goffinet, *Comptes rendus*, 235, 1952, p. 1349.

(3) Ch. Dufraisse, A. Étienne et B. Goffinet, *Comptes rendus*, 238, 1954, p. 861.

(4) R. Wizinger, *Chimia*, 7, 1953, p. 273.

(5) *Helv. Chim. Acta*, 24, 1941, p. 369 E.

diaire triphénylallénique hypothétique, du type III invoqué par Ziegler ([6]) pour cette dernière duplication, intervenait dans tous les cas.

D'après cela, s'il en avait été ainsi, les produits doublés de Wizinger auraient dû aussi bien résulter de la duplication des colorants eux-mêmes, c'est-à-dire, en définitive, des alcools triphénylallyliques *p*-diméthylaminés, V*a* et VI*a*, générateurs de ces colorants sous l'action des acides. Or, j'ai eu la surprise de constater que les corps de cette origine ([3]) étaient différents de ceux de Wizinger.

J'ai alors préparé le prototype non aminé de la réaction de Wizinger par condensation dans le méthanol chlorhydrique du benzaldéhyde sur le diphényl-1,1 éthylène, I. L'hydrocarbure incolore obtenu, $C_{42}H_{32}$, $F_{inst}$ 170°, s'est révélé différent de l'isomère XV, signalé précédemment ($F_{inst}$ 216°), qui résulte de la duplication déshydratante de l'alcool triphénylallylique, II.

Un quatrième spécimen, $C_{50}H_{52}N_4$, $F_{inst}$ 190-191°, a été obtenu à partir du *p*-diméthylaminophényl-1 phényl-1 éthylène, VII, et du *p*-diméthylaminobenzaldéhyde. Il est isomère du produit, $F_{inst}$ 199-200°, obtenu précédemment par déshydratation duplicative de l'alcool bis(*p*-diméthylaminophényl)-1.3 phényl-1 allylique, VIII, auquel correspond l'allène IX.

Il s'avérait ainsi qu'il existait deux séries isomères de produit de duplication. Pour les distinguer, la désignation de « série Ziegler » a été attribuée à ceux

([6]) K. Ziegler, H. Grabbe et F. Ulrich, *Ber.*, 57, 1924, p. 1983.

qui résultent de la duplication des alcools triphénylallyliques, et celle de « série Wizinger » à ceux de synthèse directe.

Les structures des corps des deux séries se sont révélées très voisines, d'après les spectres ultraviolets et les propriétés chimiques des deux hydrocarbures prototypes isomères, tout spécialement leur scission commune par l'acide iodhydrique en diphényl-1.3 indane et en triphényl-1.1.3 propane, et leur hydrogénation par le sodium.

La structure des corps de la série Wizinger a alors été établie par le procédé utilisé pour les dérivés de la série Ziegler ([3]), c'est-à-dire la synthèse à partir d'un composé cyclobutanique. Ici, on a même mis en œuvre deux matières premières : l'ester ε truxillique, X, et l'un des dimères de la chalcone, l'ε-bis-chalcone, XI. Par phénylation, avec le phényllithium, l'un et l'autre ont donné le même diol XII, déjà connu ([7]); au passage, c'est une nouvelle démonstration de la structure stéréochimique de la bis-chalcone-ε.

Le diol se déshydrate normalement en un hydrocarbure $C_{42}H_{32}$, XIV. $F_{inst}$ 170°, qui a été trouvé identique au corps de base de la série Wizinger. Ainsi les deux séries se différencient simplement par la distribution stéréochimique des phényles isolés, qui est cis, pour la série Wizinger et trans, pour la série Ziegler.

On a alors tenté de relier, comme pour cette dernière ([3]), la structure du prototype non aminé, à celle de l'ensemble des produits aminés préparés par la réaction de Wizinger. A cette fin, on a tenté la synthèse de l'un d'eux par un intermédiaire cyclobutanique, et l'on a choisi le diol cyclobutanique le plus accessible, qui était le tétraaminé XIII. Ce corps, $C_{50}H_{56}O_2N_4$, $F_{inst}$ 280-281°, s'est bien formé par action du *p*-diméthylaminophényllithium sur l'ε-truxillate de méthyle, mais sa déshydratation s'est avérée complexe et appelle de nouvelles études.

GÉOLOGIE. — *Formation à Trilobites du Cambrien inférieur sur le pourtour de l'Anti-Atlas occidental.* Note de MM. **Georges Choubert** et **Pierre Hupé**, présentée par M. Paul Fallot.

A la suite d'une tournée faite en avril 1953 ([1]) et pendant laquelle nous avions prospecté les couches à Trilobites du Cambrien inférieur ([2]) le long des bordures de l'Anti-Atlas central, nous avons entrepris au printemps

---

([7]) R. Stoermer, J. Neumaecker et R. Schmidt, *Ber.*, 58 B, 1925, p. 2707.

([1]) *Comptes rendus*, 237, 1953, p. 1168.

([2]) P. Hupé, *Notes et Mém. Serv. Géol. Maroc*, n° 103, 1952, p. 402, et G. Choubert, *XIX*e *Congrès géol. Internat. Alger*, 1952; *Monographies régionales*, 3e série, Maroc, n° 6, p. 97-107.

dernier (avril 1954) l'étude des mêmes couches dans la région de Goulimine *sensu lato*. Ont été prospectés : la bordure de l'Anti-Atlas occidental proprement dit, celle du massif du Taïssa-Guir, ainsi que les anticlinaux qui longent la côte océanique.

1° *Série schisto-calcaire :* zones à *Fallotaspis tazemmourtensis* (I), à *Choubertella* (II) et à *Daguinaspis* (III). — Seule la zone à *Choubertella* a pu être reconnue. Elle caractérise le niveau schisteux connu jusqu'à présent sous le nom de « schistes de Timoulay » (50-75 m). Ceux-ci se situent vers le sommet de calcaires à Archæocyathidés et sont surmontés encore par 100 à 150 m de calcaires. Ces schistes sont fossilifères sur le pourtour de la région de Goulimine, notamment à Timoulay, localité située entre Bou Izakarne et Ifrane, ainsi que sur le pourtour Nord-Est du Jebel Taïssa. Tant vers l'Est (Oued Tamanart) que vers le Sud-Ouest le long des deux flancs du Jebel Taïssa, les schistes de Timoulay deviennent micacés, gréseux, à ripple-marks et perdent les Trilobites.

Au Sud d'Asrhir sur le flanc du Jebel Taïssa, les dernières couches des schistes de Timoulay nous ont fourni *Fallotaspis* et *Resserops*, genres indiquant la zone à *Daguinaspis*. Cependant le gros de cette zone, généralement fort puissante, paraît représenté par les derniers calcaires à Archæocyathidés.

2° *Série des schistes et grès terminaux.* — La zone à *Antatlasia* (IV), qui normalement doit se plaquer sur les derniers calcaires, ne nous a livré nulle part de Trilobites déterminables. Pourtant des *Antatlasia* existent un peu plus à l'Est dans la vallée de Tadakoust [1]. La présence de lentilles récifales à Archæocyathidés que l'on observe vers ce niveau, peut expliquer, pour une part, cette pauvreté en Trilobites. La zone à *Neltneria* (V) est un peu plus favorable : ces Trilobites existent dans la cuvette d'Adaï (Nord-Est de Tarhjicht). Cette zone est, comme toujours, représentée par des schistes clairs contenant quelques lits de calcaires bréchoïdes à Trilobites. Sur le pourtour du Jebel Taïssa, des lits à ripple-marks ou à pistes de vers, des schistes micacés et des grès apparaissent dans ces niveaux inférieurs de la série. Les grès les envahissent complètement à partir de la transversale d'Aferkert. On peut les suivre au Sud-Ouest jusqu'aux environs de l'Oued Dra.

La zone à *Longianda*, *Saukianda* et *Gigantopygus* (VI) est plus fossilifère. Cependant, de la riche faune qui caractérise cette zone dans la région d'Issafène, ne paraissent subsister ici que les *Longianda*. Nous en avons trouvé au Nord, dans la cuvette d'Adaï, et au Sud sur le pourtour du Jebel Taïssa (flanc Sud-Est). Cette zone est caractérisée par un niveau assez constant de schistes violacés, accompagnés de barres de calcaire scoriacé, rose ou violacé. Rappelons que les calcaires scoriacés

apparaissent au même niveau dans l'Issafène et que le long de la bordure du Sous, ils envahissent entièrement cette zone.

Ces calcaires scoriacés roses se développent surtout dans la région de Goulimine. Par contre, vers le Sud, on observe un autre faciès très caractéristique. Ce sont, intercalés de loin en loin dans les schistes, des petits bancs de calcaire à patine brune, généralement zoogène, bréchoïde, avec parfois des grains de quartz roulés. Ils contiennent généralement des Brachiopodes, des *Hyolites* et parfois des Trilobites. Certains bancs sont échinodermiques et se rencontrent aussi bien vers le sommet de la zone à *Longianda* qu'à la base de la zone suivante à *Termierella* (bordure de la chaîne du Jebel Taïssa-Guir jusqu'à l'extrême Sud-Ouest, anticlinal près de Taïdalt au Sud-Est).

La caractéristique de la zone à *Termierella* (VII), qui dans le Sous et l'Issafène marque le début du régime de grès et de cendres volcaniques, est sa très grande puissance dans toute l'étendue de la zone étudiée. Elle peut atteindre à elle seule plus de 1000 m d'épaisseur, avec d'abord 500-600 m de schistes, puis 300-400 m de grès et de cendres volcaniques alternant avec des schistes. En plus de *Termierella* relativement fréquente, surtout dans les schistes, on y trouve également un Olenellide rappelant « *Olenellus* » *gigas* Peach et pouvant atteindre 20 cm de long (Sud d'Asrhir, coupe d'Aferkert, etc.), *Strenuæva* et quelques autres formes.

*Niveau à Myopsolenus* (VIII). — Par opposition à l'Anti-Atlas central et oriental, le niveau à *Myopsolenus*, par lequel commence le cycle sédimentaire acadien, est très peu fossilifère dans la zone parcourue. Toutefois quelques glabelles appartenant probablement au genre *Kingaspis* ont été trouvées dans les derniers grès attribuables au Cambrien inférieur de la région d'Asrhir.

Les anticlinaux géorgiens de la zone côtière se sont montrés presque complètement azoïques. L'écrasement hercynien est ici beaucoup plus important que plus à l'Ouest : des régions entières montrent une schistosité orientée parallèlement à la côte et aux axes anticlinaux. D'autre part, comme dans la région de Tiznit, le faciès calcaire semble remonter ici bien plus haut que dans la région de Goulimine. Ainsi, tant dans l'Oued Noun que dans les anticlinaux de l'Oued bou Issafène (Ouest de Labiar), la série calcaire se termine par de grosses barres de calcaire rose scoriacé ressemblant à celui de la zone à *Longianda*. Une glabelle très probablement à rapporter au genre *Micmacca* et trouvée dans le banc terminal de ces calcaires (Oued Noun en amont du poste) indiquerait en effet que l'on est là dans des niveaux déjà très élevés.

GÉOLOGIE. — *Observations sur les faciès saumâtres et marins de la base du Wealdien, dans l'Est de la province de Santander (Espagne).* Note de M. **Pierre Rat**, présentée par M. Paul Fallot.

Dans le Nord et l'Est de la province de Santander, une puissante série détritique argilo-gréseuse, désignée habituellement par le nom de Wealdien, s'intercale entre le Callovien et l'Aptien marins. Elle s'est déposée en eau douce ou saumâtre comme le prouvent les rares fossiles que l'on y a cités. L'âge de sa base n'est pas précisé mais l'existence, par endroits, de conglomérats à galets de calcaire jurassique a fait supposer qu'il y avait une lacune correspondant aux étages du Jurassique plus récents que le Callovien. L'étude des environs de Ramales me permet d'apporter quelques documents nouveaux sur les faciès et sur l'âge des couches situées au-dessous de la série argilo-gréseuse, dans l'Est de la province.

La coupe déduite de l'observation de la vallée du rio Ason en aval de Ramales et des gorges de Carranza montre, au-dessus des calcaires bleu sombre à *Macrocephalites* du Callovien, trois ensembles lithologiques assez différents :

1° 150 à 200 m de couches variées, parfois assez détritiques : schistes calcaires sombres, micacés; bancs gréseux à graviers de quartz, etc. Vers la partie supérieure : calcaires noirs fétides à Gastropodes et Serpules, calcaires et schistes à Ostracodes dont un niveau offre l'association de *Macrodentina retirugata* Jones avec *Spirocyclina infravalanginiensis* Choffat.

2° 200 m environ de calcaires compacts, gris ou ocre, formés par la cimentation de nombreux débris de Bryozoaires, d'Échinodermes et de quelques Foraminifères : *Nodosaria*, *Coscinoconus alpinus* Leupold. A ma connaissance, ces calcaires n'ont encore jamais été signalés.

3° 350 à 400 m de grès compacts à débris charbonneux et de grès argileux rouges, faciès wealdien typique décrit par les géologues cantabriques.

Enfin des schistes, des grès, des calcaires à Orbitolines sont les premiers témoins de l'Aptien marin.

Le type de *Sp. infravalanginiensis* a été recueilli au Portugal par Choffat (1885), dans des terrains qu'il a désignés du nom d'Infravalanginien et qu'il pensait contemporains du Berriasien. Maync (1938) a signalé en Suisse, dans des « couches-limites » entre le Jurassique et le Crétacé, des Spirocyclines qui appartiennent vraisemblablement à la même espèce. Les autres formes, proches de *Sp. infravalanginiensis*, qui ont été citées, proviennent de niveaux sensiblement du même âge. *M. retirugata* a été

décrite par Jones (1885) dans le Purbeckien d'Angleterre, par Martin (1940) dans le Purbeckien moyen d'Allemagne, mais Donze et Grékoff (1953) l'ont également signalée à l'extrême base du Valanginien, dans le Jura méridional. Je pense pouvoir conclure que les schistes à *Macrodentina* et à *Spirocyclina* se placent vers la limite entre le Jurassique et le Crétacé, soit assez haut dans le Portlandien, soit tout à fait au début du Valanginien.

Jusqu'ici les calcaires à Bryozoaires qui les surmontent ne m'ont pas fourni d'autres fossiles déterminables que *C. alpinus* dont l'extension stratigraphique est assez vaste. Cependant, cette espèce est très fréquente dans le Tithonique et le Crétacé inférieur helvétiques (Leupold et Bigler, 1935), dans les calcaires du Portlandien et du Valanginien de Basse-Provence (Pfender, 1936). Les calcaires à Bryozoaires, plus récents que les couches à Spirocyclines, peuvent donc revenir au Valanginien ou tout au plus, mais avec moins de vraisemblance, à l'extrême sommet du Portlandien. De toute façon, les grès et argiles superposés à ces calcaires appartiennent entièrement au Crétacé et méritent ainsi le nom de Wealdien qui leur a été donné.

Pour conclure, je retiendrai qu'aux environs de Ramales, les faciès saumâtres, détritiques ou non, paraissent s'être installés progressivement dans le Jurassique supérieur après le Callovien, sans qu'une lacune importante due à une émersion puisse être mise en évidence. Parmi les dépôts formés alors, certains, comme les calcaires à Serpules, rappellent assez ceux du Purbeckien d'Angleterre et d'Allemagne.

Une avancée marine, probablement tout à fait au début du Crétacé, permit la formation de calcaires graveleux littoraux à Bryozoaires. Ramales ne devait pas être éloigné du rivage Sud de la mer transgressive. Certains bancs contiennent même un apport terrigène assez grossier. Ce fait est encore plus net à une trentaine de kilomètres à l'Ouest, près de Vega de Pas où Mengaud (1920) avait noté la présence de calcaires noirs dans lesquels j'ai retrouvé un faciès à Bryozoaires analogue à celui de Ramales mais nettement plus gréseux.

L'intercalation de faciès saumâtres (calcaires à Ostracodes et Spirocyclines, etc.) ou marins (calcaires à Bryozoaires) au milieu des premiers apports détritiques sableux me paraît démontrer que l'aire de sédimentation du Wealdien cantabrique n'était pas un bassin intracontinental séparé de la mer par un seuil, mais un bassin paralique, lieu d'une sédimentation de type deltaïque.

GÉOLOGIE. — *Découverte d'une formation à Vertébrés et Végétaux d'âge tertiaire au bord occidental du Désert Libyque (Sahara oriental).* Note de MM. **Pierre Bellair, Jean-Michel Freulon** et **Jean Philippe Lefranc**, présentée par M. Pierre Pruvost.

De récentes missions dans l'Est du Fezzan nous ont permis de constater la présence d'un important affleurement de grès, par delà l'Harouj volcanique, sur le rebord Sud du Serir de Calancho.

Disparaissant à l'Est sous les dunes de l'Erg de Tazerbo, à l'Ouest sous les coulées basaltiques de l'Harouj el Assoued, cet affleurement a pour limite méridionale une haute falaise de 120 km de long que nous dénommerons Dor et Talha, du nom de l'ouadi qui semble circuler à son pied. Déjà signalée en 1930, lors du passage de la colonne du Major Torelli [1], cette falaise porte à son sommet de nombreux fragments de bois silicifiés, tandis que sa base repose, en concordance, sur des marnes à Ostréidés de l'Éocène moyen.

En avril 1952, lors de notre passage au Dor et Talha, à une quinzaine de kilomètres à l'Est de la bordure orientale des basaltes de l'Harouj, nous avons effectué les récoltes et les observations suivantes.

Le sommet de la falaise est formé de grès roux tendres à stratification entrecroisée et à lits de petits galets, contenant les bois fossiles, et de sables argileux verdâtres. Vers la base, les niveaux sont franchement marneux et gypseux. C'est dans ceux-ci que nous avons recueilli quelques ossements : deux écailles de Lépidote, de nombreuses plaques dermiques d'un petit Crocodile, des fragments de plaques de Tortues.

Par la suite, en novembre 1952, l'un de nous (J. P. L.) a pu compléter ces premières observations en notant la coupe du Dor et Talha à 80 km à l'Est de la bordure de l'Harouj, soit à plus de 60 km à l'Est du point précédemment décrit. Cette succession se présente comme suit, de haut en bas :

— Au sommet : 30 m de grès tendres à stratification entrecroisée renfermant des cailloutis et des bois silicifiés. La surface altérée des grès donne naissance à des graviers fins et à des cailloux, en une couche d'épaisseur variable, constituant le matériau du Serir de Calancho;

— 20 m de marnes bariolées à concrétions limoniteuses, avec des vertèbres de Pristidés. Une fructification végétale limonitisée, trouvée au bas de la falaise, doit provenir de ce niveau;

— 40 m de marnes vertes et de gypse, renfermant de nombreux ossements. Ceux-ci feront l'objet d'une publication ultérieure; mais, dès à

---

[1] Governo della Cirenaica (Bengasi), *Bollettino Geografico*, n° 12, 1931.

présent, on peut citer : une vertèbre de *Palæophis* (détermination due à MM. Hoffstetter et Lavocat); six vertèbres d'un Saurien d'assez grande taille; des fragments de carapaces de Tortues; des vertèbres, deux fragments de rostre et une dent rostrale de Pristidés; quinze vertèbres, quatre fragments de crânes, une demi-mandibule, huit aiguillons pectoraux ou dorsaux et de nombreuses plaques dermiques d'un Siluridé de grande taille;

— Enfin, à la base, des marnes gypseuses à Ostréidés, parmi lesquels *Ostrea clot-beyi* Bellardi indique un âge équivalent au Mokattam supérieur d'Égypte, affleurent plus au Sud sur un très vaste territoire.

Certains ossements épigénisés en gypse dans le second gisement, et la présentation des lits gypseux alternant avec les marnes dans le premier, semblent indiquer que la base de la formation a connu un enrichissement en gypse postérieurement au dépôt des sédiments.

Les Végétaux, remis pour étude à E. Boureau, au Laboratoire d'Anatomie comparée des Végétaux du Muséum, sont des bois fortement silicifiés. Leur caractère hétéroxylé montre, de façon évidente, qu'ils appartiennent au complexe stratigraphique du continental terminal post-éocène.

L'ensemble de la faune de Vertébrés offrirait un caractère tertiaire peu typique s'il n'y avait des restes de Siluridés et de *Palæophis*. Ceci explique, avec le faciès des grès à bois fossiles, notre attribution première de ces niveaux aux Grès de Nubie tels qu'on les connaît au Sahara central ([2]).

Nous sommes maintenant en mesure, à la suite des observations et des fossiles recueillis au second parcours dans cette région, d'affirmer l'âge tertiaire des formations continentales du Dor et Talha; âge éocène tout à fait supérieur, ou oligocène inférieur tout au plus.

Pendant l'Éocène moyen, la vaste transgression de la Mer à Nummulites s'est avancée par le Golfe de Syrtique jusqu'aux marches septentrionales du Tibesti, comme l'ont signalé Ardito Desio ([3]), Maurice Lelubre ([4]) et Jean Philippe Lefranc ([5]).

Une lente régression lui a succédé, laissant derrière elle de vastes plaines émergées, parsemées de lagunes, et traversées par de grands fleuves roulant dans leurs eaux des graviers, des limons et des troncs d'arbres. A côté des Vertébrés typiquement fluviaux, on note quelques espèces marines qui ont dû remonter les cours d'eau assez loin en amont des estuaires, comme on l'observe dans les fleuves africains actuels. Plus au Sud, des forêts couvraient une partie du pays.

---

([2]) *Comptes rendus*, 234, 1952, p. 2460.

([3]) *Atti Soc. Ital. Sc. Nat.*, Milano, 79, 1940.

([4]) *Bull. Soc. géol. Fr.*, (5), 3, 1949, p. 251.

([5]) *Trav. Inst. Rech. Sah.*, Alger, 11, 1954, p. 95.

Qu'un semblable régime se soit établi au bord occidental du Désert Libyque à la fin de l'Éocène, les couches à bois et ossements du Dor et Talha en sont le témoignage.

GÉOLOGIE. — *Découverte du Tournaisien, et tectonique prémonitoire hercynienne dans la région de Tinerhir (flanc Nord du Sarho-Ougnat).* Note de M. **Jean Hindermeyer**, transmise par M. Gaston Delépine.

Après une phase prémonitoire anté-tournaisienne, un golfe dinantien s'est étendu de l'Est vers l'Ouest de Tinerhir, d'extension croissante du Tournaisien supérieur au Viséen supérieur. Une seconde phase prémonitoire (sudète ?) a plissé vers la fin du Viséen supérieur la série dinantienne et son socle, en modelant l'ébauche anté-tournaisienne du Sarho. Le Namurien transgressif serait présent au J. Tisdafine.

La bordure Nord du Sarho-Ougnat offre, en affleurements discontinus depuis le Sud de Timatraouine jusqu'au Ras Sdaff, une série dinantienne allant du Tournaisien supérieur au Viséen supérieur. Elle est transgressive et discordante sur le Silurien et le Dévonien.

1. Stratigraphie. — Je citerai, à titre d'exemple et d'Ouest en Est, trois coupes :

*a. Au Sud de Timatraouine*, la série dinantienne est en imbrication isoclinale à pendage Nord dans les grès rubéfiés de l'Ordovicien moyen : elle a été confondue avec l'Ordovicien sur la carte géologique Ouaouizarth-Dadès au 1/200000$^e$. Ce sont des schistes calcareux vert foncé, dont le pendage est de 15° Nord au contact discordant sur les grès ordoviciens pendant 5° Nord.

Les 30 à 35 premiers mètres sont du Tournaisien supérieur, avec notamment : *Spirifer tornacensis*, *Sp. konincki*, *Sp. convolutus*, *Pustula pilosa*, *Spiriferina octoplicata*, *Sp.* aff. *insculpta*, *Munsteroceras* (ex. gr. *rotella* ?), *Schuchertella crenistria*, *Syringothyris cuspidata*, etc. et vers la base de la série deux Graptolites dendroïdes du genre *Dendrograptus* (1).

Les 4 à 5 m suivants ont livré les premiers témoins de la faune viséenne : *Spirifer bisulcatus*, *Chonetes* ex. gr. *papilionacea*, *Cyathophyllum* (ou *Clisiophyllum*), et des espèces communes aux deux sous-étages : *Syringothyris cuspidata*, *Munsteroceras* sp., *Pericyclus* sp.

Puis viennent environ 60 à 80 m de schistes plissés du Viséen inférieur et moyen avec : *Spirifer bisulcatus*, *Sp. trigonalis*, *Daviesiella comoides* associé à un autre Dendroïde du genre *Ptiograptus* (1), *Chonetes Schmiereri*, *dalmaniana*, *papilionacea*, *Productus fimbriatus*, *Pr. interruptus*.

La série se complète par des lentilles calcaires (20 à 30 m) à *Munsteroceras*, avant de disparaître sous le chevauchement des grès ordoviciens.

---

(1) J. Hindermeyer, *Comptes rendus*, 239, 1954, p. 1397.

*b.* Cette imbrication dinantienne se continue vers l'Est jusqu'au Sud de Tinerhir : le flanc Sud du *J. n'Ouaklim*, à l'Ouest de la piste Tinerhir-Iknioun, de structure isoclinale à pendage moyen 10° Nord, recèle deux écailles superposées de schistes dinantiens pincés dans les grès ordoviciens. Ceux-ci datés par *Sphærexochus gryphus*, *Onnia cobboldi* (Caradoc).

Le Dinantien a livré du Viséen inférieur et moyen; le Tournaisien n'a pu être reconnu avec certitude; par contre le Viséen supérieur à *Beyrichoceras* (*B. truncatum ?*) est présent au sommet de l'écaille topographiquement la plus élevée.

*c.* A l'Est de Tinerhir, le Tournaisien et le Viséen inférieur se retrouvent à *Khellil*, dans les blocs du conglomérat dinantien grossier déjà signalé par L. Clariond (2) avec : *Spirifer tornacensis*, *Sp. attenuatus*, *Productus interruptus*, *Chonetes hardrensis*.

Enfin, plus à l'Est encore, le Ras Sdaff présente une coupe complète du Tournaisien supérieur au Viséen supérieur, avec faune :

10 à 12 m de grès tendres du Tournaisien supérieur à *Spirifer tornacensis*, *konincki*, *princeps*, *subcinctus*.

Environ 20 m de schistes gréseux, à minces intercalations de bancs calcaires, du Viséen inférieur à *Daviesiella comoides*, Graptolite dendroïde (1), *Syringothyris cuspidata*, *Spirifer bisulcatus*, mais comprenant encore des témoins de la faune tournaisienne (*Sp. tornacensis*).

Dans les 30 mètres de schistes suivants du Viséen inférieur et moyen, la faune viséenne est bien différenciée, avec notamment *Sp. bisulcatus* et *Sp. attenuatus*.

Puis la base des 50 derniers mètres de la série (grès avec lentilles calcaires, calcaires gréseux et grès) a donné à L. Clariond *Productus* gr. *cora* ou *striatus*, et *Pr. giganteus* du Viséen supérieur (3).

*d.* Le J. Tisdafine, au nord de la ligne Khellil-Ras Sdaff, est formé d'un puissant flysch transgressif schisto-gréseux, où j'ai trouvé en particulier *Prolecanites* sp., ce qui limite l'indétermination d'âge, entre Viséen supérieur et Namuro-Moscovien.

2. Paléogéographie et tectonique. — *a.* La discordance générale du Tournaisien transgressif sur l'Ordovicien dans la région de Tinerhir traduit une phase prémonitoire hercynienne, antérieure au Tournaisien supérieur. La lacune du Famennien étant improbable, elle correspondrait à la phase bretonne de Stille.

*b.* La mer dinantienne, à Brachiopodes prédominants, formait dès le Tournaisien supérieur un golfe avancé vers l'Ouest au moins jusqu'à Imiter. Ce golfe, élément paléogéographique nouveau, s'est encore étendu au Viséen inférieur et moyen. La mer devait alors submerger le domaine de l'Ougnat,

---

(2) L. Clariond et H. Termier, *Comptes rendus*, 196, 1933, p. 1911.

(3) L. Clariond, *Comptes rendus*, 198, 1934, p. 2270.

mordre sur l'ébauche anté-tournaisienne du Sarho, pour atteindre enfin au Viséen supérieur le pays de Skoura.

*c*. Aucune discontinuité n'affecte la série dinantienne; la phase tectonique antérieure au Viséen supérieur, envisagée par G. Choubert ([4]) au Ras Sdaff, n'y peut être décelée, pas plus qu'au J. Begaa.

*d*. Une seconde phase prémonitoire (phase sudète ?) se place vers la fin du Viséen supérieur, avant le dépôt de la série du J. Tisdafine. En tout cas anté-namurienne, plus intense que la précédente, elle a provoqué les structures imbriquées citées entre Timatraouine et Tinerhir et modelé l'ébauche anté-tournaisienne du Sarho. Le conglomérat dinantien de Khellil correspond à la destruction de reliefs qu'elle a ravivés.

PALÉONTOLOGIE. — *Présence d'un Saurien Hélodermatidé dans la faune fossile des Phosphorites du Quercy*. Note de M. **Robert Hoffstetter**, présentée par M. Charles Jacob.

Les Hélodermatidés sont de grands Sauriens venimeux, actuellement confinés, avec le seul genre *Heloderma*, dans un territoire restreint du Mexique et des États-Unis. La famille n'est connue à l'état fossile que par un fragment de maxillaire (*H. matthewi* Gilmore, 1928), de l'Oligocène du Colorado. D'autres formes éteintes en particulier le genre européen *Placosaurus*, lui ont parfois été rapportées, mais il a été démontré qu'elles appartenaient à d'autres familles.

Cependant, depuis longtemps, j'ai remarqué, dans les collections des Phosphorites du Quercy (Éocène-Oligocène), des vertèbres assez rares qui s'accordent avec la morphologie particulière des Hélodermatidés. D'autre part, en 1946, un examen sommaire de pièces de même provenance appartenant à la Faculté des Sciences de Marseille (coll. Pradines) m'a fait connaître deux maxillaires d'Hélodermatidés, dont un en parfait état, sans qu'il me soit possible, à l'époque, d'en faire l'étude. Enfin, une révision systématique du matériel du Quercy conservé au Muséum m'apporte une confirmation des observations antérieures, la même forme étant illustrée par quatre maxillaires, dont un presque complet, un dentaire, sans dents, un ptérygoïde et des vertèbres.

Toutes ces diverses pièces indiquent un animal d'un tiers plus fort que l'actuel *H. suspectum*. La morphologie osseuse, pratiquement identique, ne laisse aucun doute sur les affinités du fossile. Les ostéodermes, fermement fixés au maxillaire, ont cependant des caractères propres, qui rappellent plutôt *H. matthewi* : plus grands et moins nombreux que dans

([4]) G. Choubert, *Notes et Mém. Serv. Géol. Maroc*, n° 100, 1952, p. 130-132.

les formes modernes, moins nettement séparés, leurs limites s'effacent avec l'âge; ils sont ornés de perforations et de vermiculures. Les dents maxillaires, au nombre de 9 à 11 sont très comparables; les moyennes sont agrandies; la pleurodontie est très faible; la base dilatée, insérée obliquement, porte des sillons longitudinaux; la couronne, aiguë et recourbée, est carénée en avant et en arrière; l'arête antérieure est longée par un sillon peu marqué, beaucoup moins différencié que chez les formes actuelles, moins accusé même que chez *H. matthewi* (d'après la description de Gilmore). Les petites dents ptérygoïdiennes sont plus nombreuses (7) que chez les types modernes.

Cette espèce inédite appartient à *Heloderma* ou à un genre très voisin. C'est le premier Hélodermatidé indiscutable trouvé en dehors de l'Amérique du Nord. Il démontre que la famille a habité l'Europe occidentale à l'Éocène supérieur ou l'Oligocène inférieur; dès cette date, elle avait déjà acquis sa morphologie osseuse si caractéristique, mais la spécialisation venimeuse était moins marquée.

GÉOPHYSIQUE. — *Sur une méthode permettant de préciser le mode d'équilibre de l'écorce terrestre.* Note de M. **Jean Lagrula**, présentée par M. Pierre Lejay.

On décèle, par certaines des anomalies de la pesanteur calculées suivant un schéma isostatique, les défauts de ce dernier, qu'on modifie en conséquence. En particulier une « couche intermédiaire » est à envisager.

L'isostasie permet de débarrasser *grosso modo* les anomalies de Bouguer de leur caractère systématique : nette décroissance en fonction de l'altitude $z$. Mais, pour préciser le mode d'équilibre de l'écorce terrestre, l'indépendance vis-à-vis de $z$ ne saurait constituer un critérium rigoureux puisque les densités superficielles augmentent en moyenne avec $z$, en même temps que l'âge des terrains. D'une manière générale, on ne sait pas calculer les « corrections géologiques » : un schéma sera satisfaisant s'il fournit des résidus « accidentels » où ne se puisse déceler d'autre influence que l'incertitude concernant les densités réelles.

De même que, dans la répartition des anomalies de Bouguer, on a su reconnaître une compensation, de même, ayant adopté une hypothèse isostatique de travail, nous rechercherons, pour les accidents topographiques qui se prêtent le mieux à une telle discrimination, les résidus correspondant à d'autres modes d'équilibre, et nous les confronterons aux résidus réels (anomalies isostatiques). L'avantage de cette méthode est de mettre en évidence des « distributions-types » dont on n'aurait pas su à priori voir le caractère systématique. Par exemple les anomalies Airy [1],

---

[1] J. Lagrula, *Comptes rendus*, 238, 1954, p. 601.

calculées avec la profondeur de compensation T, doivent comporter, si la profondeur réelle est moindre, un minimum terrestre et un maximum marin à une cinquantaine de kilomètres de part et d'autre d'un littoral bordant des fonds importants (isobathes serrées). En examinant la carte de France (T = 30 km) et appliquant cette remarque à la Provence, on conclut que T demande à être diminué. Une réalité du type Pratt calculée dans un schéma Airy donnerait lieu au même genre de distribution des anomalies, mais avec 10 ou 20 km de distance au littoral au lieu d'une cinquantaine. Je n'ai pas observé de telles distributions d'anomalies, dont l'éventualité n'est guère probable.

Quant au « degré de régionalité », en l'état actuel de nos connaissances sur les propriétés mécaniques de l'écorce terrestre, c'est une grandeur trop mal définie pour qu'on puisse, dans l'analyse des anomalies, la séparer nettement de la profondeur de compensation. Or, compte tenu de la structure géologique, la meilleure valeur de T ne semble pas partout la même ([2]). Tout en rendant justice au schéma d'Airy grâce auquel une étape importante de l'isostasie put être franchie, nous devons envisager un schéma plus complexe. Laissons à la « régionalité » une hypothèque sur les phénomènes de petites dimensions ou très récents, et cherchons une solution plus générale. Remarquons d'abord que le choix des densités, beaucoup moins important que celui de T, n'est tout de même pas indifférent : si les valeurs adoptées, 2,67 pour l'écorce et 3,27 pour le substratum, sont erronées, de façon par exemple que la différence 0,6 soit trop forte, les anomalies d'une zone littorale à isobathes serrées doivent être systématiquement positives. (C'est le cas pour l'Algérie.)

Au lieu d'une régionalité variable, les fluctuations de T peuvent déceler une deuxième densité crustale. Faisant place, comme les séismologues, à une couche intermédiaire, nous aurions affaire à la résultante de deux compensations. La première, la moins profonde, serait en général prépondérante, à cause de la loi de Newton. Mais :

1° Le schéma d'Airy valable en première approximation serait à contraste densitaire faible et (peut-être) à compensation incomplète.

2° Dans certaines zones la couche intermédiaire affleurant, la compensation serait plus profonde. D'où les anomalies positives actuelles de certaines îles, comme Chypre et Luçon. Pour cette dernière, le P. Lejay avait d'ailleurs envisagé une telle explication ([3]), qui pourrait concerner aussi certaines anomalies mystérieuses de l'antécambrien ([4]).

---

([2]) W. Heiskanen, *Report on isostasy U. G. G. I.*, Bruxelles, 1951.

([3]) P. Lejay, *Étude gravimétrique des îles Philippines*, 1939.

([4]) Jean Lagrula, *Comptes rendus*, 237, 1953, p. 1740.

La couche intermédiaire introduit dans la compensation une indétermination. Nous examinerons ailleurs dans quelle mesure les données séismologiques permettent de la lever.

SÉISMOLOGIE. — *Causes tectonophysiques et effets morphologiques des séismes d'Orléansville et du Chéliff.* Note de MM. **Louis Glangeaud** et **Jean-Pierre Rothé**, présentée par M. Pierre Pruvost.

En utilisant les données séismologiques, gravimétriques et tectoniques, les auteurs proposent un mécanisme pour les séismes supracrustaux. Ils les distinguent des séismes intra ou sous-cristaux et en précisent les effets sur la morphologie superficielle.

En Algérie la répartition des séismes correspond, dans l'ensemble, à la zone des plissements tertiaires (Atlas tellien et saharien), comme le montre la carte publiée par l'un de nous ([1]). Les séismes les plus nombreux se sont manifestés dans l'Atlas tellien littoral. Ils sont en relation avec des déformations plio-quaternaires ([2]). Les flexures qui continuent à jouer, agissent sur un matériel primaire et secondaire, très hétérogène ([3]), couronné par une couverture mio-plio-quaternaire assez mobile.

Les grandes unités structurales de sub-surface sont influencées par l'existence de compartiments crustaux profonds (voussoirs ou panneaux). La limite des voussoirs est souvent formée, d'un côté par des unités structurales longitudinales Est-Ouest et de l'autre, par des zones de déformation transversales Nord-Sud ou Nord-Est-Sud-Ouest. Les épicentres principaux se groupent généralement le long de ces bordures. Le cas est particulièrement net pour la région d'Orléansville, Ténès et Carnot. En effet, les isoséistes du 9 septembre 1954, de forme généralement elliptique, montrent un premier axe presque Nord-Sud qui correspond sensiblement à la zone transversale de Ténès (n° 10 de L. Gl., 1951). Les transversales ne sont pas des fractures simples mais des zones de déformation du bâti profond, accompagnées de failles et flexures qui coupent transversalement ou dénivellent les plis miocènes ou anté-miocènes.

La transversale n° 10 offre un axe qui passe à l'Ouest du Cap Ténès, puis à l'Est de Montenotte et au voisinage de Flatters. Ses deux bords limiteraient le synclinal plio-quaternaire qui s'étend au Nord de Pontéba.

---

([1]) J.-P. Rothé, *Bull. Serv. Carte géol. Algérie*, 4e série, *Géophysique*, n° 3, 40 p., 10 fig., 1950; M. Dalloni, *Comptes rendus*, 175, p. 527, 1922 et 239, 1954, p. 986.

([2]) L. Glangeaud, *Bull. Soc. Géol. Fr.*, 4e série, 17, 1927, p. 239-246, 1 fig.; *Congrès géol. intern. Alger*, section XV, fasc. XVII, p. 71-101, 5 fig., 1952; *Geologische Rundschau*, 14 p., 6 fig., 1954.

([3]) L. Glangeaud, *Thèses Sc. Paris*, 600 p., 17 p. + 1 pl. (carte structurale de l'Afrique du Nord, 1932; *Bull. Soc. Géol. Fr.*, 6e série, 2, 1952, p. 619-639, 4 fig.

Les épicentres du séisme destructeur du 9 septembre 1954 (36°17′N, 1°28′E) et du séisme presque aussi violent du 10 septembre (36°30′N, 1°18′E) correspondent aux deux bords Est et Ouest de cette transversale, et notamment de la flexure E séparant son axe du « seuil surélevé de Pontéba ».

Sur le terrain les *phénomènes morphotectoniques* qui résultent de l'action du séisme du 9 septembre sont de deux ordres : au voisinage de l'épicentre (par exemple, autour du marabout de Sidi Djilali) se sont produites des *cassures et des fissures Nord-Sud*, sensiblement suivant la direction Ténès-Pontéba; au contraire, dans d'autres zones, à Ouled Ben Ali (Medinet-Medjadja), et plus particulièrement sur la bordure Nord du synclinal post-pliocène des Beni-Rached, des glissements superficiels ont mis en mouvement des terrains marneux très plastiques qui étaient en déséquilibre sur le flanc de ce synclinal. Leurs lignes de rupture, notamment celles des Beni-Rached, grossièrement Est-Ouest, raccordent l'accident Ténès-Pontéba aux flexures qui bordent la vallée du Chéliff entre Hanoteau et Carnot. Ces *flexures Est-Ouest*, peu actives au cours des séismes des 9 et 10 septembre, semblent avoir joué lors des « répliques » des 10 et 12 octobre 1954 dont les foyers se trouvent au voisinage de Carnot, ainsi qu'en témoignent les cartes isoséistes dressées à Alger par M^lle^ A. Grandjean. La région de Carnot-Les Attafs a déjà été le siège de séismes notables (17 décembre 1926, 7 septembre 1934). Ces séismes, comme ceux précédemment décrits [1] dans les régions du Zaccar, de Miliana, d'Inkermann, d'Arzew et d'Oran, se groupent au voisinage de la zone III. L'axe lourd correspondant à cette zone a été suivi par M. Lagrula au point de vue gravimétrique [4]. *A la bordure Nord de cette zone III, les déformations plio-quaternaires sont encore actives.*

Au Nord et au Nord-Ouest de Ténès, des câbles sous-marins ont été rompus le 9 septembre 1954, sur 3 450 km² entre 2 000 et 2 500 m de profondeur. Des glissements de talus et des écoulements boueux sous-marins paraissent responsables de ces ruptures. La zone perturbée borde au Nord *la flexure continentale algérienne* de direction E-W [5].

Le Néogène atteint, dans la vallée du Chéliff, par places, 4 000 m d'épaisseur. Pour le Secondaire, il faut y ajouter plusieurs milliers de mètres de couverture, dans les zones III et IV, et une épaisseur moins grande pour la zone III. Or l'hypocentre du dernier séisme se trouve sans doute à 7 ou 8 km de profondeur.

On peut donc concevoir le mécanisme suivant : les ajustements du type

---

[4] J. Lagrula, *Bull. Serv. Carte géol. Algérie*, 4e série, n° 2, 114 p., 1 pl., 1951; J. Lagrula et L. Glangeaud, *Comptes rendus*, 235, 1952, p. 193.

[5] J. Bourcart et L. Glangeaud, *Bull. Soc. Géol. Fr.*, 4e série, 4, 4 fig., 1954, et L. Glangeaud (*loc. cit.*, n° 2).

isostatique, qui se manifestent depuis la fin du Pliocène, avec une indépendance relative pour chaque compartiment de la mosaïque tellienne ([2]), intéressent évidemment le bâti profond. Les tensions et pressions potentielles s'accumulent en bordure des voussoirs et à la partie supérieure de ceux-ci. Au-delà d'une certaine limite, ces forces potentielles se manifestent par un cisaillement rapide et brutal dont l'effet principal naîtrait, de préférence, au niveau des zones disharmoniques et des accidents supracrustaux. Les surfaces de rupture de ces *séismes* que nous nommerons *supra-crustaux* sont plus voisines des glissements superficiels que des véritables dislocations profondes du type des failles intracrustales. Ces phénomènes de réajustement sont accompagnés de glissements encore plus superficiels du type des structures d'effondrement, tels ceux des Beni Rached.

OCÉANOGRAPHIE. — *Sur quelques mesures de la pénétration du rayonnement ultraviolet dans la Méditerranée.* Note de M[lle] **Jacqueline Lenoble**, présentée par M. Louis Fage.

La pénétration du rayonnement ultraviolet dans la mer a été étudiée à Monaco pendant quelques journées de l'été 1953 et de l'été 1954 par spectrophotométrie photographique. En moyenne, le rayonnement transmis à la verticale de haut en bas est réduit au 1/10[e] de sa valeur vers 30 m pour 4 000 Å et vers 15 m pour 3 200 Å. Quelques mesures ont été faites également du rayonnement diffusé de bas en haut et horizontalement.

Nous avons déjà décrit précédemment ([1]) un appareil conçu pour étudier la pénétration du rayonnement ultraviolet dans la mer, qui utilise le principe de la spectrophotométrie photographique.

Les mesures faites en septembre 1954, dans la Méditerranée, au large de Monaco, jusque vers 50 m de profondeur, sont en bon accord avec les premiers résultats ([1]), ([2]) obtenus au même endroit pendant l'été 1953. Le tableau I groupe, pour quelques longueurs d'onde, l'ensemble des résultats obtenus jusqu'à présent pour le coefficient décimal d'extinction (en $m^{-1}$) du rayonnement se propageant à la verticale de haut en bas, qui comprend le rayonnement directement transmis du ciel zénithal et une fraction du rayonnement du soleil et de l'ensemble du ciel diffusée vers le bas; il est probable d'ailleurs que c'est le rayonnement diffusé du soleil, beaucoup plus rapidement variable, qui est responsable en grande partie de la dispersion des résultats. Il semble néanmoins raisonnable d'admettre que la moyenne ($k$) de ces mesures, donnée dans le tableau II, représente assez bien en pratique la pénétration de l'ultraviolet dans cette région de la Méditerranée, en été; nous donnons

([1]) Y. Le Grand, J. Lenoble et B. Saint-Guily, *Ann. Géoph.*, 10, 1954, p. 59.
([2]) J. Lenoble, *Ann. Géoph.*, 10, 1954, p. 210.

également dans ce tableau II, le coefficient népérien d'extinction $\gamma = 2,303\ k$, le facteur de transmission de 1 m d'eau $t = e^{-\gamma} = 10^{-k}$ et la profondeur $x$ où le rayonnement est réduit au 1/10$^e$ de sa valeur de surface.

TABLEAU I.

| Années. | Jours. | Heures. | Temps. | 4 000 Å. | 3 800 Å. | 3 600 Å. | 3 400 Å. | 3 200 Å. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1953. | 26 juin... | 15 h–17 h | Clair | 0,045 | 0,059 | 0,077 | 0,127 | 0,168 |
| | 1er juill... | 15 h 30–17 h | Couvert | 0,054 | 0,064 | 0,083 | 0,098 | – |
| | 2 sept... | 9 h 10–10 h 30 | Clair | 0,034 | 0,046 | 0,063 | 0,098 | – |
| | | | | – | 0,033 | 0,041 | 0,045 | 0,067 |
| | 5 » | 9 h–10 h 50 | » | 0,033 | 0,036 | 0,036 | 0,049 | 0,072 |
| | | | | 0,040 | 0,050 | 0,062 | 0,086 | – |
| | 8 » | 9 h 45–11 h 30 | » | – | 0,037 | 0,040 | 0,060 | 0,079 |
| | 8 » | 15 h 15–16 h 45 | » | – | – | 0,046 | 0,065 | 0,080 |
| | 9 » | 9 h 20–10 h 50 | » | – | – | 0,039 | 0,047 | 0,063 |
| | | | | 0,025 | 0,026 | 0,032 | 0,043 | 0,056 |
| 1954. | 9 sept... | 15 h | » | 0,041 | 0,047 | 0,061 | 0,065 | 0,072 |
| | 10 » | 9 h 40–11 h | » | 0,027 | 0,037 | 0,044 | 0,052 | 0,060 |
| | 10 » | 15 h 30–16 h 50 | » | 0,030 | 0,039 | 0,045 | 0,052 | – |
| | 11 » | 9 h 30–11 h 30 | Lég. nuages | 0,026 | 0,030 | 0,035 | 0,044 | 0,049 |
| | 13 » | 10 h–11 h 30 | Couvert | 0,034 | 0,046 | 0,052 | 0,065 | – |
| | 13 » | 15 h–16 h 30 | Lég. nuages | 0,031 | 0,038 | 0,050 | – | – |

TABLEAU II.

| λ Å. | $k\,m^{-1}$. | $\gamma\,m^{-1}$. | $t$. | $x$m. |
|---|---|---|---|---|
| 4 200 | 0,032 | 0,074 | 0,986 | 31 |
| 4 100 | 0,034 | 0,078 | 0,985 | 29 |
| 4 000 | 0,035 | 0,081 | 0,985 | 29 |
| 3 900 | 0,038 | 0,088 | 0,983 | 26 |
| 3 800 | 0,042 | 0,097 | 0,981 | 24 |
| 3 700 | 0,046 | 0,106 | 0,980 | 22 |
| 3 600 | 0,050 | 0,115 | 0,978 | 20 |
| 3 500 | 0,055 | 0,127 | 0,975 | 18 |
| 3 400 | 0,066 | 0,152 | 0,970 | 15 |
| 3 300 | 0,070 | 0,161 | 0,968 | 14 |
| 3 200 | 0,072 | 0,164 | 0,967 | 14 |
| 3 100 | 0,067 | 0,154 | 0,970 | 15 |

Le tableau III groupe l'ensemble des résultats concernant le rayonnement H diffusé horizontalement et le rayonnement B diffusé de bas en haut à la verticale, sous la forme log(V/H) et log(V/B), où V désigne le rayonnement venant verticalement de haut en bas; il n'est pas possible de mettre en évidence une variation systématique avec la profondeur de la répartition spatiale du rayonnement, mais il semble que la proportion du rayonnement diffusé diminue légèrement avec la longueur d'onde.

TABLEAU III.

| | $\log_{10}\frac{V}{B}$. | | | | | $\log_{10}\frac{V}{H}$. | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| λ(Å)..... | 4 000. | 3 800. | 3 600. | 3 400. | 3 200. | 4 000. | 3 800. | 3 600. | 3 400. | 3 200 |
| A 0 m... | 1,70 | 1,80 | 1,81 | 1,89 | 1,83 | 0,87 | 0,89 | 1,04 | 1,09 | – |
| | 1,40 | 1,59 | 1,65 | 1,76 | – | 0,62 | 0,75 | 0,78 | 0,83 | 0,99 |
| | 1,50 | 1,54 | 1,63 | 1,71 | – | 0,66 | 0,70 | 0,76 | 0,83 | 0,90 |
| A 5 m... | 1,81 | 1,83 | 2,20 | 2,26 | – | 1,08 | 1,29 | 1,50 | 1,71 | – |
| | – | 1,37 | 1,43 | 1,49 | – | – | – | 0,65 | 0,74 | 0,76 |
| A 10 m... | 1,56 | 1,65 | 1,83 | 2,10 | – | 0,71 | 0,84 | 0,99 | 1,25 | – |
| | – | 1,49 | 1,51 | 1,66 | – | – | 0,98 | 1,05 | 1,12 | 1,31 |
| | – | – | – | – | – | 0,73 | 0,81 | 0,87 | 0,88 | – |
| | 1,53 | 1,68 | 1,56 | 1,52 | – | 0,69 | 0,71 | 0,76 | 0,88 | – |
| | 1,14 | 1,18 | 1,24 | – | – | 0,50 | 0,43 | 0,83 | – | – |
| | 1,37 | 1,51 | 1,49 | – | – | 0,73 | 0,76 | 0,88 | – | – |
| A 15 m... | 1,60 | 1,46 | 1,47 | – | – | 0,96 | 0,97 | 1,06 | 1,12 | – |
| A 20 m... | – | 1,49 | – | – | – | – | 0,93 | 1,14 | 1,19 | – |
| | 1,60 | – | – | – | – | 1,08 | 1,12 | 1,15 | 1,14 | – |
| | 1,12 | – | – | – | – | 0,90 | 1,01 | 1,04 | – | – |
| | 1,10 | – | – | – | – | 0,88 | 1,03 | 0,97 | – | – |
| A 30 m... | – | – | – | – | – | 1,28 | 1,38 | 1,40 | – | – |
| A 40 m... | – | – | – | – | – | – | 1,21 | 0,88 | – | – |
| | – | – | – | – | – | 0,99 | 0,87 | – | – | – |
| | – | – | – | – | – | 0,64 | 0,70 | – | – | – |

CYTOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur la membrane moyenne des ponctuations dans le xylème secondaire de quelques Dicotylédones*. Note de M. **Roger Buvat**, présentée par M. Raoul Combes.

Les membranes moyennes des ponctuations aréolées du bois des Dicotylédones ne paraissent se maintenir étanches que s'il subsiste d'un côté au moins, une cellule vivante. Entre cellules mortes (éléments de vaisseaux, trachéides, fibres) elles se réduisent à une trame infra-microscopique dont la continuité et la persistance-même sont incertaines.

Les différenciations membranaires dans le « bois » des Dicotylédones ont fait l'objet de nombreuses publications. Les parties les plus étudiées sont probablement les membranes terminales des cellules vasculaires, dont le percement réalise les vrais vaisseaux, et les ponctuations de divers types, simples, aréolées ou semi-aréolées, selon la nature des cellules contiguës. Ces recherches ont été de grand intérêt théorique (phylogénie des plantes vasculaires) et pratique (diagnose des espèces, propriétés industrielles des bois).

L'étude des membranes terminales a montré que les perforations d'où

naissent les vaisseaux résultent de ponctuations terminales particulières, dont la membrane moyenne est détruite lors de la différenciation.

Ces mêmes cellules, éléments constitutifs des vaisseaux, portent latéralement de nombreuses ponctuations aréolées, que l'on se représente habituellement pourvues d'une membrane moyenne continue. Cette même idée a longtemps subsisté dans le cas des Gymnospermes où, cependant, Bailey [1], puis Frenzel [2], avaient décelé des perforations.

Après avoir recherché l'origine de ces perforations chez *Pinus silvestris* [3], nous avons tenté l'étude de la membrane moyenne dans les ponctuations du bois de quelques Dicotylédones de familles diverses : *Castanea vulgaris, Quercus pedunculata, Betula alba, Aesculus hippocastanum, Acer pseudoplatanus, Salix cinerea, Sambucus nigra, Robinia pseudacacia, Liriodendron tulipifera* et *Magnolia grandiflora*. Dans ces divers exemples, le comportement des membranes moyennes permet de distinguer deux catégories de ponctuations : celles qui concernent au moins une cellule vivante sur les deux cellules contiguës (cellules de parenchyme vasculaire), et celles qui se trouvent entre deux cellules mortes au terme de leur différenciation (éléments de vaisseaux, trachéides, fibres).

Dans le premier cas, la membrane primaire issue du cambium se maintient intacte et conserve ses propriétés de colorabilité, notamment par le rouge de ruthénium. On la trouve dans les ponctuations symétriques, peu ou non bordées, entre cellules de parenchymes vasculaires (*fig.* 1), et dans les ponctuations plus ou moins dissymétriques entre parenchymes et soit vaisseaux, soit trachéides, soit fibres (*fig.* 3, *m*). Les préparations cytologiques (méthode de Regaud), montrent que, contre la membrane moyenne de la ponctuation, le cytoplasme vivant réalise un épaississement de la pellicule ectoplasmique, quelque peu analogue à celui qui constitue les synapses dans les cribles du liber (*fig.* 3, *p*). Ici, cependant, la membrane *persiste en demeurant* robuste.

L'étude des membranes moyennes des ponctuations entre cellules mortes est beaucoup plus difficile. Avant la fin de la différenciation, donc avant la mort de ces cellules, très près du cambium, la membrane primaire, débordée par les dépôts secondaires qui forment les lèvres de l'aréole, s'amincit considérablement, alors *que les couches secondaires ne sont pas encore lignifiées*. L'amincissement respecte seulement la circonférence qui limite la chambre aréolaire (*fig.* 2 et 4).

Presque soudainement, la membrane primaire échappe à l'observation microscopique, de profil comme de face. Ce fait tient non seulement à son extrême finesse, mais encore à une perte d'affinité pour les colorants. Les colo-

---

(1) *Bot. Gaz.*, 52, 1916, p. 133-142.

(2) *Planta*, 8, 1929, p. 642-665.

(3) *Comptes rendus*, 239, 1954, p. 1667.

rations mitochondriales, qui teignent fortement les lamelles moyennes, ne permettent pas de la déceler mieux que le rouge de ruthénium ou le bleu de méthylène. Il semble que l'amincissement de la membrane comporte au moins la disparition des composés pectiques. Ceci donne à penser qu'il n'en subsiste

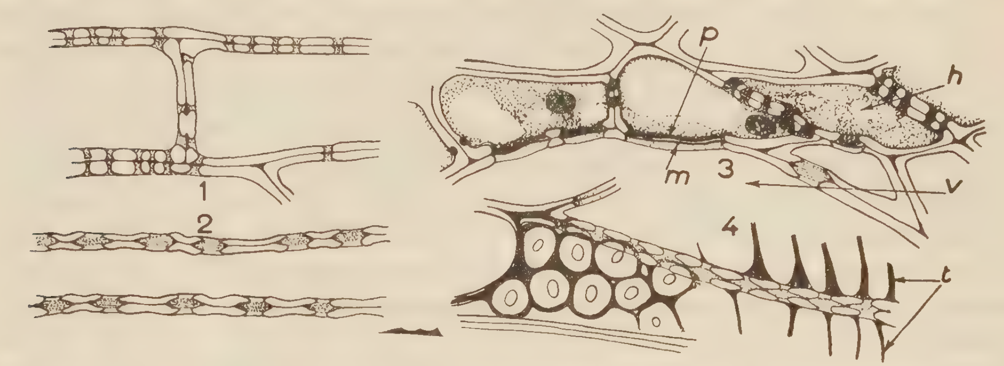



Fig. 1-2-3. — *Castanea*, ponctuations entre cellules de parenchyme vertical (*fig.* 1); entre trachéides (*fig.* 2); entre parenchyme horizontal (*h*) et vaisseau (*v*), en coupe transversale (*fig.* 3). Fig. 4. — *Aesculus*, ponctuations latérales entre vaisseaux (face et profil) et renforcements membranaires tertiaires (*t*). *m* : membranes moyennes; *p* : pellicules ectoplasmiques épaissies.

qu'une trame inframicroscopique dont la porosité est fort probable. L'observation d'un grand nombre de profils suggère également que cette trame doit elle-même disparaître dans beaucoup d'aréoles (*fig.* 4). Une étude plus précise nécessiterait le secours de la microscopie électronique.

Les aréoles des parois latérales séparant entre eux vaisseaux, trachéides et beaucoup de fibres seraient alors physiologiquement plus voisines des perforations des membranes terminales des éléments de vaisseaux que des ponctuations closes qui séparent les cellules vivantes. Un vaisseau n'est vraisemblablement pas un tube à paroi étanche, mais communique, librement et sur toute sa longueur, avec les trachéides (chez *Castanea*) ou les autres vaisseaux qui lui sont contigus (rare chez *Castanea*, moins rare chez *Quercus*, habituel chez les autres espèces étudiées). Les liquides circulant dans le xylène ne trouveraient alors d'autres obstacles que les cellules vivantes, avec lesquelles ils sont en contact par les ponctuations, le plus souvent dissymétriques, à forte membrane primaire, qui séparent les deux systèmes de parenchymes, horizontal et vertical, de l'ensemble poreux des cellules mortes.

CYTOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Comparaison des actions exercées par l'adénine, l'adénosine et l'acide adénylique sur la division des cellules végétales.* Note de Mme **Micheline Deysson**, présentée par M. René Souèges.

La comparaison des actions exercées, dans les mêmes conditions et sur le même matériel, par l'adénine, l'adénosine et l'acide adénylique permet de constater que ces trois corps sont des inhibiteurs préprophasiques d'égale activité, mais que, en outre, l'adénine est un poison mitoclasique tandis que l'acide adénylique exerce, pour des concentrations assez faibles, une action léthale rapide.

Dans une Communication récente [1], nous avons rapporté le résultat de recherches effectuées sur l'action exercée par l'adénine (6-aminopurine) sur la croissance et l'activité mitotique de divers végétaux. Utilisant des solutions de concentrations régulièrement croissantes, nous avons observé d'abord une action stimulante, puis une action dépressive; celle-ci consiste primitivement en une simple inhibition préprophasique, puis s'accompagne d'un blocage en fin de prophase qui peut aller jusqu'à une action stathmocinétisante générale. Lorsque les concentrations s'élèvent encore, le blocage est plus brusque et les mitoses conservent un aspect normal; dans ces conditions, la chromatine elle-même est altérée et, lorsque l'interruption du traitement permet la reprise de l'activité mitotique, on observe des ponts chromosomiques et, plus rarement, des fragmentations de chromosomes, la proportion de ces altérations restant cependant toujours assez faible.

L'adénine étant l'un des éléments qui interviennent dans la synthèse des acides nucléiques, il était intéressant d'étudier comparativement l'action de corps constituant des étapes de cette synthèse; parmi ceux-ci, nous avons choisi un nucléoside : l'adénosine (adénine-*d*-riboside) et un nucléotide, l'acide adénylique (acide adénosine-3-phosphorique).

Dans la comparaison des actions observées, il est nécessaire de tenir compte des poids moléculaires de ces composés, qui sont respectivement de 135,1, 267,3 et 365,2; les concentrations que nous indiquerons ici seront donc toutes exprimées en adénine.

Les principaux résultats obtenus sur les méristèmes radiculaires de l'*Allium Cepa* L. peuvent être groupés dans le tableau suivant :

| Concentrations. | Adénine. | Adénosine. | Acide adénylique. |
|---|---|---|---|
| $10^{-5}$ | Stimulation de la croissance | Ralentissement de la croissance par inhibition de l'élongation cellulaire | Pas d'action |
| $5.10^{-4}$ | Inhibition préprophasique partielle | Inhibition préprophasique partielle + inhibition de l'élongation | Inhibition préprophasique partielle suivie de mort rapide |
| $10^{-3}$ | *id.* + action stathmocinétisante totales | *id.* + ralentissement prophasique | Action léthale rapide (en moins de 4 h) |
| $5.10^{-3}$ | *id.* | *id.* | |
| $> 5.10^{-3}$ | Altération de la chromatine (ponts chromosomiques et fragmentations). | | |

---

[1] *Bull. Soc. bot. Fr.*, **101**, 1954 (sous presse).

L'examen de ce tableau permet de dégager les faits suivants :

1. Seule, l'adénine est capable, à des concentrations faibles, d'exercer une action mito-excitatrice.

2. L'apparition d'une inhibition préprophasique partielle s'observe dans les mêmes conditions pour les trois corps.

3. L'existence d'une activité mitoclasique ne se rencontre que chez l'adénine. Rappelons que cette activité est importante et que toutes les métaphases sont représentées par des stathmocinèses à chromosomes très contractés. Parmi les dérivés des acides nucléiques que nous avons étudiés jusqu'à présent, l'adénine est le premier qui soit doué d'une telle activité stathmocinétisante.

4. L'apparition d'altérations de la chromatine, qui se traduit par des ponts chromosomiques résultant d'agglutinations ou de pseudochiasmas et par des fragmentations chromosomiques, ne se rencontre aussi qu'avec l'adénine. Mais il importe de souligner que ces propriétés ne se manifestent qu'avec des concentrations élevées en adénine et qu'il est impossible de mettre en œuvre des solutions d'adénosine et d'acide adénylique de concentration isomoléculaire, par suite de leur solubilité plus faible ou de leur toxicité trop brutale.

5. L'adénosine est seule capable d'inhiber l'élongation cellulaire avant toute action mitodépressive; dans des conditions comparables, l'adénine provoque, au contraire, une stimulation de la croissance des racines.

6. Enfin, l'action de l'acide adénylique se singularise par le fait que ce corps se montre très rapidement léthal à partir d'une concentration relativement faible.

Nos résultats sont en accord avec certaines indications partielles fournies antérieurement par divers auteurs [1]. Bien que nous n'ayons mis en œuvre que certains des dérivés physiologiques de l'adénine et que, en particulier, nous n'ayons pas étudié de dérivés du désoxyribose, nous pensons pouvoir conclure, d'après ces résultats, que l'inhibition préprophasique observée correspond à un trouble du métabolisme des acides nucléiques, tandis que l'action mitoclasique de l'adénine, d'une part, et l'action léthale de l'acide adénylique, d'autre part, sont étrangères à ce métabolisme.

---

(1) J. Biesele, R. Berger, M. Clarke et L. Weiss, *Exper. Cell. Res.*, supp. 2, 1952, p. 279-303; A. Hughes, *Exper. Cell. Res.*, 3, 1952, p. 108-120; B. Kihlman, *Symbol. Bot. Upsal.*, 11, 1952, p. 1-96.

EMBRYOLOGIE VÉGÉTALE. — *Embryogénie des Malvacées. Développement de l'embryon chez les* Lavatera. Note de M. **André Lebègue**, présentée par M. René Souèges.

L'embryogenèse de quatre espèces du genre *Lavatera* est semblable à celle qui a été décrite chez le *Malva rotundifolia*. On peut espérer retrouver chez les Malvacées des caractères embryologiques homogènes et bien définis. Les différences secondaires rencontrées pourront servir à la comparaison des genres à l'intérieur de la famille.

Depuis les recherches fondamentales de R. Souèges sur le *Malva rotundifolia* L., en 1922 [1], les Malvacées ne semblent pas avoir fait l'objet d'investigations embryologiques. Il n'était pas inutile d'examiner les modalités du développement chez d'autres espèces, d'une part pour vérifier si le type décrit chez le *Malva* se retrouve dans toute la famille et pour déterminer, d'autre part, l'étendue des variations possibles. Aussi avons-nous suivi l'embryogenèse de quatre espèces appartenant au genre *Lavatera* : *L. trimestris* L., *L. cretica* L., *L. olbia* L., *L. thuringiaca* L. Nous décrirons les phénomènes observés chez le *L. trimestris*, l'édification embryonnaire des trois autres espèces, dont les dessins seront publiés ultérieurement, ne présentant que des différences minimes.

Des bipartitions successives conduisent à une tétrade en T de la catégorie $A_2$ (*fig.* 1 à 3), puis à l'embryon octocellulaire et à la forme à seize cellules (*fig.* 4 à 7) disposées en cinq étages $q$, $m$, $n$, $o$, $p$. La paroi de segmentation qui divise chacune des cellules quadrants est oblique. Elle isole deux cellules, l'une $\alpha$, adjacente à l'axe, l'autre $\beta$, reposant sur la cloison horizontale inférieure (*fig.* 6). L'étage supérieur $q$ engendre la partie cotylée *sensu lato*. Fréquemment la paroi qui sépare les éléments $\alpha$ et $\beta$ est presque horizontale. Il en résulte, en quelque sorte, l'ébauche d'un étage cellulaire supplémentaire, nettement visible dans l'embryon plus âgé représenté en 20, ce qui semble conduire, par voie de conséquence, à une modification dans la distribution des potentialités constructives. L'étage $m$ donne l'axe hypocotylé. Les initiales de l'écorce au sommet radiculaire sont issues de l'étage $n$. L'édification de la portion terminale de l'écorce de la racine se produit à partir d'un groupe de nombreux éléments qui, dans la figure 26, sont disposés en trois assises. Flahault [2] les a signalées dans les racines développées du *L. trimestris*. Aux dépens de $o$ se constitue la partie centrale d'une coiffe épaisse (*fig.* 12 à 26). Les étages $m$ et $n$ contribuent à l'édification des portions latérales de ce tissu (*fig.* 26). Enfin le blastomère $p$ est à l'origine d'un suspenseur massif dont on suit l'édification sur les dessins 10 à 26.

Ainsi, comme le *Malva rotundifolia*, les *Lavatera* se rangent dans la première période du système embryogénique et suivent les lois du mégarché-

---

(1) R. Souèges, *Comptes rendus*, 175, 1922, p. 1435.

(2) C. Flahault, *Ann. Sc. nat. Bot.*, 6e sér., 6, 1878.

type II. On peut donc se demander si les Malvacées ne formeraient pas, du point de vue embryologique, une famille homogène et bien définie. Les différences que l'on peut établir sont secondaires quoique nettes.



Fig. 1 à 26. — *Lavatera trimestris* L. — Embryogenèse : *ca* et *cb*, cellules apicale et basale du proembryon bicellulaire; *m*, cellule intermédiaire de la tétrade; *ci*, cellule inférieure de la tétrade; *q*, quadrants; α et β, cellules-filles des quadrants; *n* et *n'*, cellules-filles de *ci*; *o* et *p*, cellules-filles de *n'*; *de*, dermatogène; *pe*, périblème; *pl*, plérome. Gr. : 250.

Elles portent sur la direction plus ou moins oblique des premières cloisons établies dans les quadrants, sur le nombre d'assises d'initiales d'écorce au sommet radiculaire, ainsi que sur les caractères du suspenseur qui est ici plus massif. On pourrait en tirer profit pour comparer entre eux les différents genres et espèces rangés chez les Malvacées, comme pour essayer de définir, à l'intérieur de la famille embryogénique, les groupements d'espèces qui, présentant une embryogenèse semblable, n'en

sont pas moins rangées dans des familles botaniques distinctes, comme par exemple les Urticacées et les Composées ([3]).

BIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Anomalie d'une fronde de* Ceterach officinarum *Willd. né en culture expérimentale.* Note de M<sup>me</sup> **Lily Rohlfs**, présentée par M. Louis Blaringhem.

Présence d'une fronde bifurquée sur un *Ceterach officinarum* de Forcalqueiret (Var), plante née de spores et élevée au Laboratoire. L'anomalie est individuelle et provient de l'allongement et de la division du limbe d'une pinnule basale.

Depuis cinq siècles, *Ceterach officinarum* est connu comme plante non cultivée, cependant répandue de l'Irlande à la zone méditerranéenne, d'où l'étymologie de son nom : *chetrak*, en arabe.

Nous avons récolté *Ceterach* dans des stations assez variées, en Bretagne (Mont-Dol), en Maine-et-Loire (Sainte-Gemmes), dans la Sarthe (Fresnay-sur-Sarthe), en Dauphiné (environs de Grenoble), dans le Var (Forcalqueiret et Anthéor), dans le Tarn (Cordes), dans le Tarn-et-Garonne (environs de Caylus), en Haute-Marne et dans le Jura.

Il vit toujours dans des conditions de développement qui en font une plante naine, reconnue sous ses différents aspects et dès la seconde fronde ([1]), grâce à la présence d'écailles plus ou moins fauves, à reflets irisés et formées d'une seule couche de cellules, caractères qui définissent le genre pour tous les auteurs.

Cette Fougère n'a été figurée que de rares fois; nous la voyons déjà dans Dioscoride ([2]), sous le nom d'*Asplenum* et d'après Pritzel, dans Sturm ([3]) et Luerssen ([4]). Les caractères de cette plante sont si particuliers qu'il n'y a jamais eu d'ambiguïté pour sa détermination par les botanistes et elle reste indépendante des autres tribus de Filicinées.

Il arrive cependant que ces caractéristiques constantes dans l'habitat actuel normal ne sont pas obtenues dans nos cultures exposées à la lumière du Laboratoire de la Sorbonne. Nous en figurons, dans ce texte, un exemplaire très vigoureux qui possède, en plus des caractères propres au genre, une fronde nettement bifurquée (*figure*), sans qu'il y ait eu la moindre lésion. Sur l'ensemble des neuf frondes composant la touffe de ce *Ceterach* provenant de

---

([3]) R. Souèges, *Embryogénie et Classification*, 3e fascicule; *Essai d'un système embryogénique*, Partie spéciale, 1re période du système, Paris, 1948.

([1]) L. Rohlfs, *Comptes rendus*, **234**, 1952, p. 1634; **237**, 1953, p. 1757

([2]) Matthioli, *Opera*, *Bâle*, 1524, p. 646.

([3]) *Flora Deutschland's*, d'après G. Pritzel.

([4]) *Die Farnpflanzen*, 1889, p. 288.

spores de Forcalqueiret (Var), une fronde se présente sous cette forme bifide : la branche *a* semble être la fronde principale et la ramification *b*, plus courte, nous paraît provenir du développement intense et anormal de la deuxième pinnule basale de la fronde *a*. Notre opinion s'appuie sur le fait que la ramification *b* se termine, à son point d'attache sur la fronde *a*, par une lame étalée, qui, à notre avis, est la base confluente habituelle d'une pinnule normale de *Ceterach*.




Malgré la taille notable des premières frondes (5 à 6 cm), nous n'avons pas trouvé de traces de sporanges.

Notre Fougère provient de la germination, au Laboratoire, de spores formées sur des *Ceterach* récoltés à Forcalqueiret (Var) le 24 avril 1952 et élevés, au début de mai, au Laboratoire de la Sorbonne. De très nombreux prothalles se formèrent et donnèrent naissance à quelques plantes qui, adultes, présentent des frondes dont la longueur varie de 2 à 6 cm. Ces individus nous fournissent un type de comparaison avec d'autres *Ceterach* récoltés dans l'Ouest et dans le Midi de la France.

Lors de la récolte de ce *Ceterach*, nous avions été frappée par la variété des stades de développement de cette plante qui croissait dans une fente verticale d'un massif rocheux calcaire.

Il y a donc, pour une lignée de *Ceterach officinarum* née à Forcalqueiret, une tendance à subir des ralentissements de croissance selon le substratum. La

roche calcaire ayant résisté à de nombreuses pluies depuis des siècles, les infiltrations y ont déposé des débris végétaux et surtout y ont entraîné une terre légère, rougeâtre, donc à base ferrugineuse. Or, nous avons constaté que l'obtention de nos plantes adultes était due, en partie, à la culture sur la terre d'origine et il est possible que la présence de traces de calcaire, partout où nous avons trouvé des colonies de *Ceterach*, soit en rapport avec la germination rapide des spores suivie du développement de plantules.

Cette anomalie plutôt rare peut être considérée comme purement individuelle, puisque les autres plantes issues des spores du même *Ceterach* de Forcalqueiret, n'ont pas présenté, jusqu'à présent, la moindre tendance à prendre ce caractère singulier.

GÉNÉTIQUE. — *Nouveaux hybrides d'*Iris Pogocyclus. V. *Recroisements de* Pogocyclus $2n$ *et* $4n$ *par les* Pogoniris grands $4n$. Note de M. **Marc Simonet**, présentée par M. Louis Blaringhem.

La fertilité augmente avec les doublements chromosomiques d'origine ♀ qui sont signalés chez des hybrides issus du recroisement de l'*I. W. Mohr*, *Pogocyclus* $2n$, par les *Pogoniris* $4n$ ($R_1$) ; à la suite d'anomalies méïotiques, certains ne transmettent à leurs descendants ($R_2$) qu'une partie de leur stock chromosomique *Oncocyclus*, altération dont on reconnaît les traces morphologiquement.

Depuis une dizaine d'années, les hybrides *Pogocyclus*, réalisés entre *Oncocyclus* (*Gatesii*, etc., $n = 10$) et *Pogoniris Grands* (*plicata*, $n = 12$ et *macrantha*, $n = 24$), ont fait de réels progrès. C'est à partir du magnifique *I. W. Mohr* (*plicata* × *Gatesii*), *Pogocyclus* diploïde ($2n = 22$), que les résultats sont les plus marquants; ses descendants ont souvent une valeur décorative accrue et une réelle fertilité. Il en résulte que, chaque année, de nombreux recroisements sont tentés, surtout aux États-Unis. Ainsi, Reinelt (1940) a obtenu *Capitola* (*W. Mohr* × *Ibmac*), un nouveau *Pogocyclus* $4n$. D'autre part, le premier recroisement ($R_1$) de *W. Mohr* × *Pogoniris Grands* $4n$ ($n = 24$) a donné de très belles plantes : *Elmohr*, *Grace Mohr*, *Mohrson*, *Ormohr*, etc., à $2n = 46$-$47$, d'après Randolph (1). Nous avons montré (2) que d'autres *Pogocyclus*, tels *Lady Lilford* (Foster) et *Congrès* (Cayeux), également à $2n = 46$-$47$, résultent du même recroisement ($R_1$) de *Pogocyclus* $2n$ par des *Pogoniris Grands* $4n$.

Dans la présente Note, nous étudions plusieurs hybrides que nous avons obtenus et d'autres reçus récemment de leurs obtenteurs.

Nous avons recroisé l'*I. W. Mohr* ($2n = 22$) par les *Pogocyclus* $4n$ ($n=22$), puis par les *Pogoniris Grands* $4n$. Du premier, *W. Mohr* × *Ibmac* nous

(1) *Amer. Iris Soc.*, n° 95, 1944, p. 37 et n° 107, 1947, p. 68.

(2) *Comptes rendus*, 235, 1952, p. 1426.

élevons deux plantes normalement tétraploïdes à $2n = 44$ (♀ $2n = 22$ + ♂, $n = 22$ : $2n = 44$), alors que *Capitola*, de même parenté, peut être hypotétraploïde à $2n = 43$. Dans le second cas, *W. Mohr* × *Jean Cayeux* a donné deux plantes l'une à $2n = 46$, l'autre à $2n = 47$. En étudiant un hybride de Schreiner (1943) de même origine, l'*I. Suez* (*W. Mohr* × *M*[me] *Louise Aureau*), nous avons également trouvé $2n = 46$ (♀ $2n = 22$ + ♂ $n = 24$ : $2n = 46$).

Ces croisements $R_1$ (*Lady Lilford*, *Congrès*, *Ormohr*), issus de *Pogocyclus* 2 *n* et de *Pogoniris Grands* 4 *n*, ont été à leur tour recroisés plusieurs fois ($R_2$, $R_3$, $R_4$) par des *Pogoniris Grands* 4 *n* (*Alcazar*, *Helios*, *Lalo*, *Purissima*, *Red Cross*, *Vision* et *Zingarella*) par nous et par d'autres.

Ainsi, nous avons obtenu ($R_2$) : *Lady Lilford* × *Alcazar*, *Congrès* × *Lalo* et *Elmohr* × *Zingarella*. Dans le premier cas, l'unique individu est à $2n = 49$, dans le second cas, les quatre plantes en culture ont respectivement $2n = 46$, 49, 50 et 52; dans le troisième cas, sur deux plantes, la seule étudiée est à $2n = 48$. Nous avons encore examiné un hybride de Kleinsorgue (1943) de même filiation $R_2$, l'*I. Illusion* (*Ormohr* × *Red Cross*) qui est à $2n = 48$.

Les *Pogocyclus* 4 *n* (*Ibmac* et *Capitola*), totalement ♂ fertiles, ont été également croisés avec les *Pogoniris Grands* 4 *n* pris comme géniteurs ♀. A partir d'*Ibmac*, nous avons déjà obtenu *Antipolis* et *Marjoris* (*Purissima* × *Ibmac*) à $2n = 46$ [3]. On connaît des hybrides équivalents avec *Capitola* : les *I. Lady Mohr* et *Miss Muffet* de Salbach sont à $2n = 45$ [1]. Nos études ont montré que les hybrides récents de Jory et de Craig : *Blue Elegance*, *Morning Blue* et *Peg Dabagh* (*Purissima* × *Capitola*) sont aussi à $2n = 45$ [2]. Nous venons de combiner : *Vision* × *Capitola* et *Jean Cayeux* × *Capitola*; dans le premier cas, sur cinq plantes, trois sont à $2n = 45$, une est à $2n = 46$ et l'autre à $2n = 47$; dans le second cas, les deux plantes obtenues sont à $2n = 45$. De plus, nous avons recroisé ces $R_1$ de *Pogocyclus* 4 *n* par les *Pogoniris Grands* 4 *n* : *Antipolis* × *Jean Cayeux*, *Antipolis* × *Helios*, *Blue Elegance* × *Jean Cayeux* et *Morning Blue* × *Jean Cayeux* qui, dans l'ordre, sont à $2n = 48$, 46, 46 et 52. Enfin, Jory a associé différentes filiations de *Pogocyclus*. Nous avons étudié : *Mont-Ararat* à $2n = 51$ (*Grace Mohr* × *Miss Muffet*), qui est un descendant entre deux $R_1$ de *W. Mohr* et de *Capitola*, tandis que *Gaza*, *Moab* et *Mont-Sinaï* (*Grace Mohr* × *King California*) × *Capitola*, sont respectivement à $2n = 46$, 45 et 47, et résultent de l'union d'un $R_2$ de *Pogocyclus* 2 *n* par un *Pogocyclus* 4 *n*.

Nos recherches confirment que les $F_1$ de *Pogocyclus* 2 *n*, ♂ stériles, ne se recroisent que si un doublement chromosomique ♀ a lieu avec, comme conséquence, un accroissement de la fertilité dans leurs descendants; ainsi :

---

([3]) *Comptes rendus*, **232**, 1951, p. 1581.

*Congrès*, *Lady Lilford*, *Elmohr*, *Grace-Mohr*, *Ormohr* ont un pollen qui renferme 40-60 % de grains bien conformés.

Les deux sortes d'hybrides $R_1$ issus des *Pogocyclus* $2n$ et $4n$ possèdent un stock $3n$ *Pogoniris* et un complément $n$ *Oncocyclus* ($n = 12 \times 3 = 2n = 36 + n = 10 : 2n = 46$). Or, les chromosomes *Oncocyclus* et *Pogoniris* n'ont entre eux aucune affinité (4) de sorte que les éléments *Oncocyclus* sont partiellement éliminés à divers stades méiotiques des $R_1$; et dans les hybrides $R_2$ la contribution *Oncocyclus* est incomplète. Ces processus peuvent être suivis cytologiquement puisqu'il existe, dans le stock diploïde *Oncocyclus* ($2n = 20$), huit chromosomes droits, *de double longueur*; tous présents chez les *Pogocyclus* $4n$ ($2n = 44$), il n'en existe plus que 4 chez les *Pogocyclus* $2n$ ($2n = 22$); la contribution *Oncocyclus* étant diploïde chez les premiers et haploïde chez les seconds. Les quatre grands chromosomes droits se retrouvent chez les descendants $R_1$ des *Pogocyclus* $2n$ et $4n$ ($2n = 46$) dont la contribution chromosomique *Oncocyclus* est également haploïde, pour les premiers par suite de la formation d'ovules à nombre chromosomique non réduit.

Par suite de l'élimination partielle des chromosomes *Oncocyclus* au cours de la méiose des hybrides $R_1$, leurs hybrides $R_2$ de *Pogocyclus* $2n$ et $4n$ ne possèdent plus qu'un seul, rarement deux, de ces grands chromosomes caractéristiques *Oncocyclus*. Nous y trouvons l'explication cytologique des observations de Morris (5) concernant le faciès morphologique de ses hybrides $R_2$ décrits récemment.

AGRONOMIE. — *Réaction de l'*Aspergillus Niger *aux substances de croissance présentes dans la matière organique humifiée*. Note (*) de M. **Raymond Chaminade**, présentée par M. Maurice Lemoigne.

La matière organique humifiée renferme des substances stimulant la croissance et la nutrition minérale des plantes supérieures (1), (2), (3), (4), (5).

Ces substances augmentent la vitesse de croissance de l'*Aspergillus Niger*.

*Technique*. — La formule du liquide de culture utilisée est celle proposée par Nicholas (6).

---

(4) *Comptes rendus*, 231, 1950, p. 1544.
(5) C. Morris, *Iris Year Book*, 1948, p. 90.

(*) Séance du 8 décembre 1954.
(1) *Comptes rendus*, 233, 1951, p. 1486
(2) *Comptes rendus*, 234, 1952, p. 878.
(3) *Ann. de l'I. N. R. A.*, *Ann.*, n° 1, 1952, p. 95.
(4) *Comptes rendus*, 236, 1953, p. 119.
(5) *Ann. de l'I. N. R. A.*, *Ann. Agr.*, n° 3, 1953, p. 399.
(6) *Trans. of joint meeting comm.* II *and* IV *of Int. Soc. of Soil Sc. Dublin*, 1952, p. 158.

40 cm³ de ce liquide placés dans des cristallisoirs de 55 mm de diamètre sont ensemencés avec une suspension de spores d'une culture pure d'*Aspergillus Niger*.

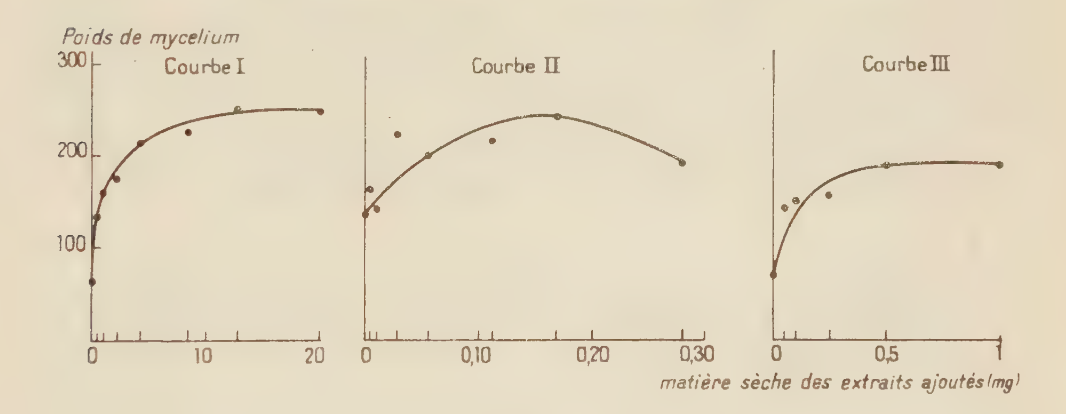
Les cristallisoirs sont placés à l'étuve à 30°. Le mycelium récolté est séché à 90°, et pesé.

Chaque série comportait six témoins et deux répétitions de chacun des traitements. Nous n'avons fait état que des résultats pour lesquels l'étude statistique donnait une probabilité supérieure à 99 %.

1. *Action d'une suspension obtenue à partir de fumier.* — Un échantillon de fumier, préparé en plaçant à l'étuve à 35° pendant onze mois de la paille de blé additionnée de trois fois son poids d'eau et de 1 % d'azote sous forme d'urée, a été placé au contact d'eau dans la proportion de 10 g de fumier pour 10 cm³ d'eau. Cette suspension filtrée sur coton de verre renfermait 4,25 mg d'extrait par centimètre cube. Elle a été ajoutée au liquide de culture dans des proportions allant de 0,425 mg de matière sèche à 21,25 mg pour 40 cm³ de milieu de culture.

Deux séries d'expériences identiques ont été réalisées. Dans l'une d'elles la récolte a eu lieu après 43 h de culture et dans l'autre au bout de 6 jours après complet développement du champignon.

La courbe I représente les récoltes obtenues après 43 h de cnlture.




Après 6 jours de culture les récoltes ont été de 0,680 g pour les témoins et de 0,519 à 0,593 g pour les échantillons, additionnés d'extrait de fumier.

On voit que l'extrait de fumier a accru très nettement la rapidité de développement de l'*Aspergillus* sans provoquer l'augmentation du rendement final. Son action ne peut donc être attribuée à l'apport d'une substance nutritive. C'est une action de stimulation.

2. *Influence d'un humate d'ammonium extrait de fumier.* — Un humate d'ammonium a été obtenu à partir du fumier précédent par lessivage à HCl N/20 et addition d'ammoniaque jusqu'à neutralité. La solution filtrée

de pH 7,8, a été ajoutée dans les mêmes conditions que précédemment au milieu de culture. Les quantités d'ammoniaque — d'ailleurs minimes — apportées par l'humate à la plus forte concentration, ont été ajoutées aux témoins. Les résultats sont représentés par la courbe (II).

A partir de la dose de 28 $\gamma$ l'augmentation de rendement est significative ($p > 99\%$).

Des doses dépassant 0,28 mg ont provoqué des chutes de rendement par rapport aux témoins.

L'humate d'ammoniaque s'est montré, à dose égale de matière sèche, beaucoup plus actif que la suspension obtenue à partir du même fumier.

3. *Influence d'un acide humique.* — La solution d'humate d'ammoniaque utilisée dans l'essai (II) a été additionnée d'acide chlorhydrique en quantité telle que la concentration finale soit égale à N/20.

L'acide humique précipité a été centrifugé et lavé puis remis en suspension. On a testé son action sur l'*Aspergillus* en même temps que celle de l'extrait chlorhydrique. La courbe (III) représente l'action de la suspension d'acide humique.

L'extrait chlorhydrique n'a donné aucune différence significative avec les témoins.

La substance active se retrouve donc dans l'acide humique précipité.

*Conclusions.* — La matière organique humifiée renferme des substances de croissance dont l'action se manifeste sur la rapidité de développement de l'*Aspergillus Niger*. Ce mode d'action est semblable à celui constaté précédemment sur les végétaux supérieurs.

Le « test *Aspergillus* » apparaît comme très sensible et rapide pour les travaux de séparation et d'isolement de ces substances de croissance.

CHIMIE AGRICOLE. — *Sur le bilan de l'adsorption de cations de différentes dimensions par les argiles.* Note de M. **Robert Morel**, présentée par M. Maurice Lemoigne.

L'établissement de bilans d'adsorption d'ions de charges et de dimensions variées sur des argiles de structures différentes permet de comparer le comportement de ces ions. Il est intéressant de vérifier tout d'abord si l'échange avec les cations des argiles est équivalentaire dans le cas de chacun des cations expérimentés. En outre, pour les ions d'assez grandes dimensions, deux questions peuvent se poser : l'encombrement stérique de tels cations s'oppose-t-il à leur libre cheminement vers les surfaces plus ou moins accessibles des argiles ? Dans le cas d'une adsorption, dans quelle mesure toutes les charges de ces cations participent-elles à la saturation des charges négatives de la surface adsorbante ? Si seules certaines

## *Bilans d'adsorption.*

| Substance étudiée. | Conditions de l'expérience. | | | | Nature de l'ion absorbé. | Bilan des ions positifs. | | | | | | Bilan des ions négatifs. | | | | Bilan général des ions dosés dans la phase liquide. | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | (a). | (b). | (c). | (d). | | (e). | (f). | (g). | (h). | (i). | (j). | (k). | (l). | (m). | (n). | (o). | (p). | (q). | (r). |
| **Type d'argile : Kaolinite.** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ClK | 5,6 | 5,5 | 5,4 | 24,0 | $K^+$ | 6,0 | 7,1 | – | – | 7,1 | +1,1 | 24,0 | 0,0 | 0,15 | 24,1 | 18,0 | 25,1 | +1,0 | +4,1 |
| $Cl(NH_3CH_3)$ | 5,4 | 5,5 | 5,0 | 23,9 | $(NH_3CH_3)^+$ | 7,2 | 7,4 | 0,05 | – | 7,4 | +0,2 | 24,2 | +0,3 | - | 24,2 | 16,7 | 24,1 | -0,1 | −0,4 |
| $Cl_3[Co(NH_3)_6]$ | 5,6 | 5,5 | 5,1 | 23,9 | $[Co(NH_3)_6]^{+++}$ | 22,6 | 23,3 | 0,05 | - | 23,3 | +0,7 | 23,9 | 0,0 | – | 23,9 | 1,3 | 24,6 | +0,7 | +2,9 |
| **Type d'argile : Montmorillonite.** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ClK | 5,5 | 5,5 | 5,8 | 123,8 | $K^+$ | 34,0 | 36,9 | – | – | 36,9 | +2,9 | 125,3 | +1,5 | – | 125,3 | 89,8 | 126,7 | +1,4 | +1,1 |
| $Cl(NH_3CH_3)$ | 5,6 | 5,4 | 4,2 | 123,5 | $(NH_3CH_3)^+$ | 44,4 | 44,9 | 0,38 | – | 45,3 | +0,9 | 125,1 | +1,6 | – | 125,1 | 79,1 | 124,4 | −0,7 | −0,6 |
| $Cl_3[Co(NH_3)_6]$ | 5,4 | 5,4 | 3,8 | 123,6 | $[CO(NH_3)_6]^{+++}$ | 100,5 | 97,8 | 2,5 | · | 100,3 | 0,2 | 124,8 | ·1,2 | | 124,8 | 23,1 | 123,4 | −1,4 | 1,1 |
| **Type d'argile : Vermiculite.** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| $ClNH_4$ | 6,1 | 8,2 | 7,3 | 75,8 | $(NH_4)^+$ | 22,0 | 21,6 | – | 1,84 | 23,4 | +1,4 | 74,8 | −1,0 | – | 74,8 | 53,8 | 77,2 | +2,4 | +3,2 |
| $Cl(NH_3CH_3)$ | 5,5 | 8,2 | 7,2 | 75,5 | $(NH_3CH_3)^+$ | 13,4 | 12,9 | – | 1,37 | 14,3 | +0,9 | 74,7 | −0,8 | – | 74,7 | 62,1 | 76,4 | +1,7 | +2,3 |
| $Cl_3[Co(NH_3)_6]$ | 5,4 | 8,2 | 7,2 | 75,2 | $[Co(NH_3)_6]^{+++}$ | 63,1 | 60,4 | – | 2,7 | 63,0 | −0,1 | 73,7 | ·1,5 | – | 73,7 | 12,1 | 75,1 | -1,4 | +1,9 |
| **Type d'argile : Sépiolite.** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| $ClNH_4$ | 5,9 | 7,6 | 6,2 | 33,8 | $(NH_4)^+$ | 8,6 | 8,9 | · | 0,46 | 9,4 | +0,8 | 34,7 | +0,9 | – | 34,7 | 25,2 | 34,6 | −0,1 | 0,3 |
| $Cl(NH_3CH_3)$ | 5,7 | 7,6 | 6,2 | 34,1 | $(NH_3CH_3)^+$ | 9,4 | 9,9 | – | 0,47 | 10,4 | +1,0 | 35,1 | +1,0 | – | 35,1 | 24,7 | 35,1 | 0,0 | 0,0 |
| $Cl_3[Co(NH_3)_6]$ | 5,5 | 7,6 | 6,0 | 33,6 | $[Co(NH_3)_6]^{+++}$ | 26,7 | 26,3 | · | 1,24 | 27,5 | +0,8 | 34,3 | +0,7 | | 34,3 | 6,9 | 34,4 | +0,1 | +0,3 |

(a) pH de la solution du corps étudié. — (b) pH de la suspension d'argile utilisée. — (c) pH de la phase liquide après contact. — (d) Quantité de substance mise au contact de 100 g d'argile (en milliéquivalents). — (e) Quantité absorbée pour 100 g d'argile (en milliéquivalents). — (f) Ions $Ca^{++}$ désorbés pour 100 g d'argile (en milliéquivalents). — (g) Ions $H^+$ désorbés pour 100 g d'argile (en milliéquivalents). — (h) Ions $Mg^{++}$ désorbés pour 100 g d'argile (en milliéquivalents). — (i) Somme des ions positifs désorbés. — (j) Différence entre ions adsorbés et désorbés. — (k) Ions $Cl^-$ retrouvés pour 100 g d'argile (en milliéquivalents). — (l) Différence entre ions $Cl^-$ retrouvés et mis en expérience. — (m) Ions $OH^-$ trouvés. — (n) Somme des ions négatifs. — (o) Ions positifs restants du corps étudié. — (p) Somme des ions restants + ions désorbés. — (q) Différence entre les ions positifs et les ions négatifs. — (r) Erreur pour 100 des ions mis en expérience.

charges privilégiées interviennent, on peut prévoir et l'adsorption d'un excès de cations, et une rétention partielle d'anions de la solution servant à compenser les charges positives non utilisées.

Pour cette étude, nous avons utilisé des ions potassium ($K^+$; rayon 1,24 Å), ammonium [$(NH_4)^+$; 1,24 Å], monométhylamine [$(NH_3CH_3)^+$; 1,48 Å] et cobaltihexammine [$(Co(NH_3)_6)^{+++}$; 2,94 Å]. Nous avons choisi comme échangeurs, en suspension dans l'eau : une kaolinite, une montmorillonite, une vermiculite et une sépiolite. Toutes ces argiles, après désaturation par ClH dilué, ont été saturées par un lavage abondant avec $Cl_2Ca$. Puis elles ont été mises en contact avec des solutions de chlorures des ions précités de concentration égale, dans chaque cas, à la capacité d'échange du matériel argileux mis en expérience.

Les résultats des dosages des cations adsorbés et désorbés, ainsi que des anions de la solution avant et après contact avec l'argile sont reproduits dans le tableau ci-joint.

On constate dans tous les cas que l'échange est équivalentaire pour chaque ion étudié. Ainsi 3 $Ca^{++}$ sont remplacés par 2 $[Co(NH_3)_6]^{+++}$

Dans tous les cas, le taux d'adsorption de l'ion cobaltammine est très élevé (79 à 95 %) par rapport à celui des autres ions (25 à 29 %); il est donc peu probable qu'il y ait un empêchement stérique à la fixation de ce cation quelle que soit la diversité de structure des minéraux expérimentés. Enfin, on retrouve après chaque échange, aux erreurs d'expérience près, la quantité d'anions présente dans la solution initiale. L'ion trivalent de grandes dimensions ne présente donc pas un comportement particulier : toutes ses charges participent également à la saturation des charges négatives des argiles étudiées.

PHYSIOLOGIE. — *Recherches sur l'hypothermie expérimentale*. Note de M. **Maurice Marois**, transmise par M. Robert Courrier.

La vanilline, injectée à un animal homéotherme, provoque la chute de sa température centrale. Un dérivé de l'acide allénolique présente la même propriété.

Pour obtenir expérimentalement l'hypothermie d'un animal homéotherme un des problèmes est d'empêcher l'organisme de lutter contre le refroidissement. Plusieurs méthodes ont été proposées. L'une consiste à injecter une substance chimique, la chlorpromazine, qui frapperait les mécanismes nerveux de la thermorégulation. Une autre consiste à diminuer la tension partielle de l'oxygène qui entre dans les poumons (hypoxie barométrique et hypoxie hypercapnique) (J. Giaja) (1).

---

(1) *Biologie médicale*, 42, 1953, p. 545-580.

Nous avons voulu savoir si un moyen chimique ne favoriserait pas l'hypoxie et, par ce mécanisme, l'hypothermie.

1. Nous avons choisi une substance connue pour ses propriétés à la fois antioxydante et réductrice : la vanilline. Voici nos expériences.

1° Des rats adultes mâles ou femelles, de 150 à 200 g, reçoivent en injection sous-cutanée de la vanilline en suspension dans l'eau ou en solution dans l'alcool éthylique (solution à 100 mg/cm³ d'alcool à 40°). En suspension dans l'eau, la dose de 200 mg par 100 g de poids du corps est tolérée; celle de 600 mg par 100 g est léthale; après une dose de 300, 330, 400 ou 500 mg par 100 g, certains animaux survivent, d'autres meurent. En solution alcoolique, la vanilline est léthale à partir de 125 mg par 100 g; la dose de 100 mg ne l'est pas (²).

Nous avons constaté que la vanilline en suspension dans l'eau ou en solution alcoolique provoque entre autres phénomènes une résolution musculaire totale et une hypothermie.

2° Nous rapportons ici nos observations chez des rats traités par une injection sous-cutanée de 100 mg par 100 g, de vanilline en solution alcoolique.

*a.* Animaux maintenus à la température du laboratoire (22°). 15 mn après l'injection (³), la température rectale s'est abaissée de 37° à 34°,5 en moyenne; elle est tombée à 32° en 30 mn, à 30° en 1 h, à 28-29° en 1 h 30; c'est entre 2 h et 3 h 30 qu'elle est la plus basse (27 à 29°). A partir de la 4ᵉ heure, la température remonte lentement. Elle oscille entre 32 et 34° à la 7ᵉ heure. Le lendemain, soit 18 à 21 h après l'injection, elle est de 37°. Les animaux ont retrouvé leur vivacité, leur activité et leur appétit, et sont en bonne santé apparente. Un seul animal sur 11, tombé à 23° en 4 h 30, était encore à 24° la 7ᵉ heure; il ne s'est pas réchauffé spontanément et il est mort le lendemain.

*b.* Animaux placés dans un réfrigérateur à 0°, 15 mn après l'injection. Un séjour de 1 h 15 à 1 h 30 suffit à faire baisser leur température à 20° en moyenne. Les animaux sont alors sortis du réfrigérateur. La température moyenne passe de 22 à 27° de la 2ᵉ à la 7ᵉ heure après l'injection. Le lendemain, soit entre la 17ᵉ et la 21ᵉ heure, la température normale est retrouvée chez la plupart des animaux. Si les rats sont confinés chacun dans un bocal de 3 l pendant leur séjour au réfrigérateur, l'évolution de

---

(²) Ces doses léthales correspondent sensiblement à celles établies par W. DEICHMANN et K. V. KITZMILLER, *Journal of the American pharmaceutical Association, Scientif. Ed.*, 29, 1940, p. 425-428.

(³) Par voie intra-péritonéale, la vanilline en solution alcoolique est plus active : la dose léthale est de 60 mg par 100 g de poids du corps. Des doses de 50, 40 et 30 mg sont encore hypothermisantes.

la température reste la même : le confinement n'accentue pas l'hypothermie.

3° Deux types d'animaux témoins sont utilisés.

*a*. Les uns reçoivent une injection sous-cutanée d'une dose subléthale (5 mg par 100 g) de chlorpromazine (solution à 5 mg/cm³). Ils sont placés exactement dans les mêmes conditions expérimentales que les animaux traités par la vanilline. L'évolution des courbes de température est superposable à celle de ces animaux. La similitude du déroulement des phénomènes ne doit pas obligatoirement faire conclure à une similitude des mécanismes d'action. Nous recherchons actuellement si d'autres substances réductrices ou antioxydantes, sont hypothermisantes.

*b*. D'autres rats témoins ne reçoivent aucun traitement; le confinement dans un bocal de 3 l à la température du laboratoire (22°) suffit à provoquer une chute de la température à 28-30° en 2 h. Si les bocaux sont placés dans un réfrigérateur à 0° (technique de Giaja), il faut 2 h pour que la température tombe à 22° en moyenne; les animaux sont alors placés à l'air libre du laboratoire : ils retrouvent leur température normale entre 1 et 2 h. Les rats placés au réfrigérateur pendant 2 h sans confinement maintiennent leur température à 37°.

2. R. K. Meyer et N. M. Mc Shan (1948) ont reconnu au diéthylstilbestrol un pouvoir antioxydant. Or H. Selye [4] a décrit une action « anesthésique » de nombreuses substances et en particulier du diéthylstilbestrol. L. Chedid [5] a étendu cette propriété à certains dérivés de l'acide allénolique. L'action anesthésique ne s'accompagne-t-elle pas d'une hypothermie ? Voici nos résultats : l'injection sous-cutanée de 30 mg par 100 g de poids du corps d'acide méthyl 2,$\alpha\alpha$ diméthyl $\beta$ éthylallénolique (solution contenant 20 mg/cm³ de soude N/10) provoque chez le Rat maintenu à la température du laboratoire (22°) une chute de la température rectale de 37 à 29-31° en 3 h. L'hypothermie s'est maintenue en plateau jusqu'à la 7ᵉ heure. La 21ᵉ heure, la température normale est retrouvée.

L. Chedid [6] a rapproché l'effet anesthésique de l'effet bactériostatique des dérivés de l'acide allénolique. Il serait intéressant de savoir si les actions anesthésique, bactériostatique et hypothermisante ne pourraient pas être attribuées à une propriété commune antioxydante.

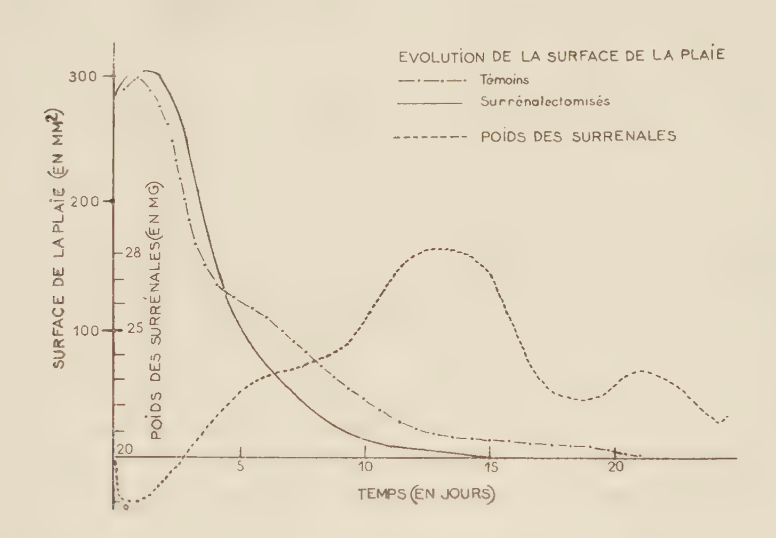
---

[4] *Proc. Soc. Exp. Biol. Med.*, **46**, 1941, p. 116-121.
[5] *C. R. Soc. Biol.*, **144**, 1950, p. 675-777.
[6] *C. R. Soc. Biol.*, **144**, 1950, p. 1327-1330.

PHYSIOLOGIE. — *Effet de la surrénalectomie bilatérale sur la vitesse de cicatrisation de petites plaies cutanées chez le Rat.* Note (*) de M. **Georges-Claude Velley**, présentée par M. Robert Courrier.

Des observations antérieures (¹), (²), (⁴) et (⁵) ainsi que nos recherches personnelles sur la cicatrisation des plaies cutanées chez le Rat (³) nous ont amené à envisager une intervention possible des surrénales dans ce phénomène. Nous avons essayé de préciser ce rôle en étudiant l'influence de la surrénalectomie sur l'évolution de la régénération de petites plaies cutanées. Des résultats différents sont obtenus dans le cas où l'on pratique des grandes plaies.

Dans le cas d'une plaie cutanée de 600 mm², on observe une mortalité d'environ 50 % des animaux. Chez les survivants, la cicatrisation est retardée. Il s'agit certainement là du rôle très important que jouent les surrénales dans la lutte contre l'état de « choc » et non plus de l'effet de la surrénalectomie sur la réparation cutanée proprement dite.




Nos expériences portent sur trois lots de 20 rats. On pratique le même jour sur 20 rats (10 témoins et 10 surrénalectomisés) une plaie cutanée de 250 mm², sur la face externe de la patte postérieure. Les surrénalectomies ont été faites

(*) Séance du 29 novembre 1954.

(¹) H. Selye, *Texbook of endocrinology. Acta endocrinologica*, Montréal, 1950.

(²) D. J. Ingle et B. L. Baker, *Endocrinology*, 48, 1951, p. 764.

(³) J. Loiseleur et G. C. Velley, *Comptes rendus*, 232, 1951, p. 2155.

(⁴) Ragan et all., *Proc. Soc. Exp. Biol. and Med.*, 72, 1949, p. 718.

(⁵) Toubenhauss et Auromin, *Endocrinology*, 44, 1949, p. 359.

3 jours avant. Tous les animaux reçoivent immédiatement après le traumatisme, une injection de 3,3 mg d'acétate de désoxycorticostérone.

Le tableau ci-dessous indique pour chaque série d'animaux, le nombre de plaies cicatrisées en fonction du temps (20 rats).

| Temps en jours après le traumatisme | Nombre d'animaux cicatrisés à ce jour. 10. | 11. | 12. | 13. | 14. | 15. | 16. | 17. | 18. | 19. | 20. | 21. | 22. | Temps moyen pour la cicatrisation. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| (T) *Témoins* | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 2 | 0 | 1 | 2 | 1 | 1 | 2 | – | 17 ± 4 jours |
| (S) Surrénalectomisés | 1 | 2 | 3 | 2 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | – | 12 ± 2 jours |

Il ressort de ce tableau que la surrénalectomie bilatérale influe favorablement sur la vitesse de cicatrisation des petites plaies cutanées chez le Rat.

L'examen du graphique ci-dessous montre que cette action ne s'observe qu'à partir du cinquième jour qui suit le traumatisme expérimental.

Le calcul de la tangente (tg) à la courbe de cicatrisation en fonction du temps, indique que la pente de la courbe est constante dans les premiers jours de la cicatrisation (valeur moyenne 2,5) puis la courbe s'infléchit et maintient l'inclinaison pendant un certain temps. On observe une nouvelle inflexion dans la phase finale.

<table>
<tr><td>Temps en jours...</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td><td>10</td><td>11</td><td>12</td><td>13</td><td>14</td><td>15</td><td>16</td><td>17</td><td>18</td><td>19</td><td>20</td><td>21</td></tr>
<tr><td>tg Témoins...</td><td colspan="4">2,5</td><td colspan="9">0,9</td><td colspan="8">0,14</td></tr>
<tr><td>tg Surrénalectomisés.</td><td colspan="5">2,5</td><td colspan="5">0,8</td><td colspan="6">0,11</td><td colspan="5">–</td></tr>
</table>

Par contre les périodes pendant lesquelles les valeurs de la tangente sont superposables, sont décalées dans le temps. Ainsi les deuxième et troisième périodes chez les surrénalectomisés sont nettement plus courtes que chez les témoins.

*En résumé*, l'étude de la surrénalectomie sur la rapidité de la cicatrisation nous a permis de mettre en évidence :

1° L'effet favorable de la surrénalectomie dans la cicatrisation des *petites plaies* cutanées chez le Rat.

2° *Trois phases successives*, dans le phénomène de la cicatrisation cutanée, au cours desquelles la surrénalectomie agit différemment.

*a*. La première période est caractérisée surtout par les *phénomènes de défense*. La tangente à la courbe est constante; la durée de cette période est de 4 jours chez les *témoins* et de 5 jours chez les *surrénalectomisés*.

*b*. La deuxième période est caractérisée principalement par la *croissance conjonctive*. C'est au cours de cette phase que la surrénalectomie a le plus d'effet sur la cicatrisation. Ces résultats sont en accord avec ceux de Ragan ([4]) d'après lesquels la cortisone inhibe la croissance du tissu de granulation, ainsi qu'avec ceux de Tabenhauss et Auromin ([5]) et Selye ([1]) sur l'action inhibitrice des

glucocorticoïdes sur la fibroplasie et la cicatrisation. La durée de cette période est de 9 jours chez les *témoins* et de 5 jours chez les *surrénalectomisés*.

*c*. La dernière phase de la cicatrisation est caractérisée surtout par la *croissance épithéliale*. Sa durée est de 7 jours chez les *témoins* et de 5 jours chez les *surrénalectomisés*.

HISTOPHYSIOLOGIE. — *Modifications de la gonade de* Carcinides (Carcinus) mœnas L, [*Crustacé décapode*], *après ablation bilatérale de l'organe* Y. Note de M^lle **Lucie Arvy**, MM. **Guy Echalier** et **Manfred Gabe**, présentée par M. Louis Fage.

L'ablation bilatérale de l'organe Y, pratiquée avant la maturité sexuelle, détermine, chez *Carcinides mœnas* L ♂ et ♀, à côté d'un retard considérable de la gamétogénèse, des modifications dégénératives des gonades; après la maturité sexuelle, cette intervention n'est suivie d'aucune altération des gonades.

L'hypothèse d'une intervention de l'organe Y des Crustacés Malacostracés dans le déterminisme des mues ([1]) a été vérifiée expérimentalement chez *Carcinides* (*Carcinus*) *moenas* ([2]). L'importance physiologique de cette glande se trouvant ainsi établie, il y avait lieu de rechercher des modifications histologiques éventuelles chez les animaux qui avaient subi l'ablation chirurgicale bilatérale de l'organe Y. Les faits rapportés ci-dessous ont trait aux changements de structure de la gonade chez les *Carcinides moenas* des deux sexes mentionnés dans une Note précédente ([2]), ainsi que chez des animaux privés d'organes Y, maintenus en vie, sans mue et jusqu'à un an après l'opération.

L'effet de cette intervention sur la gonade est essentiellement différent suivant qu'elle est pratiquée avant ou après la maturité sexuelle.

Lorsqu'il s'agit d'animaux ayant atteint la taille qui correspond à l'âge où se fait normalement la maturation sexuelle, l'ablation de l'organe Y ne détermine aucun changement important de la structure des gonades. C'est ainsi que chez les ♀ qui mesuraient de 20 à 30 mm au moment de l'opération et autopsiées 5 mois après, l'ovaire est en pleine activité; on y rencontre, à côté d'oogonies et d'oocytes jeunes, au début de l'interphase, un grand nombre d'oocytes plus évolués, en pleine vitellogenèse. Les oocytes comme les cellules folliculeuses ne présentent aucune anomalie cytologique; rien ne permet de distinguer les ovaires des animaux privés d'organe Y de ceux de leurs témoins, opérés à blanc, à la même époque.

L'examen des animaux ♂ donne lieu à une constatation identique;

---

([1]) M. Gabe, *Comptes rendus*, 237, 1953, p. 1111.

([2]) G. Echalier, *Comptes rendus*, 238, 1954, p. 523.

chez ceux qui, au moment de l'opération, avaient atteint une taille supérieure à 18 mm, le testicule est au bout de 5 mois, morphologiquement normal et l'application des techniques cytologiques prouve que la spermatogenèse s'y déroule comme chez les témoins.

En accord avec ces données, il y a lieu de signaler qu'une ponte assez abondante, apparemment normale, a été remarquée chez une ♀ opérée depuis 6 mois.

Toutes différentes sont les constatations que nous avons pu faire chez des animaux qui avaient subi l'ablation des organes Y à un moment où leur taille n'excédait pas 16 mm et qui ont été maintenus en vie pendant une année. En effet, l'ovaire des ♀ privées d'organes Y montre des remaniements profonds, alors que chez les témoins, opérés à blanc et mis en élevage pendant les mêmes délais, la structure ovarienne est strictement comparable à celle des animaux non opérés, fraîchement capturés et de taille correspondante. Chez les opérés, les oogonies sont très rares et les mitoses exceptionnelles. La plupart des oocytes se trouvent au début de l'interphase de grand accroissement; certains d'entre eux sont très riches en acide ribonucléique, d'autres, au contraire, en sont très pauvres. Il n'existe nulle part de cellules folliculeuses régulièrement disposées autour des oocytes et nous n'avons trouvé aucun oocyte en vitellogenèse. Par ailleurs, on note des phénomènes dégénératifs très importants; certains oocytes sont manifestement en voie de lyse et des zones étendues de la gonade en sont dépeuplées; on y trouve un tissu conjonctif très lâche, d'aspect alvéolaire. La comparaison avec des témoins de même âge qui, eux, ont mué quatre ou cinq fois dans les délais de l'expérience et dont les dimensions ont plus que doublé, montre que l'évolution de l'ovaire a été considérablement retardée par l'ablation de l'organe Y. Il n'en est pas moins vrai que l'ovaire des animaux opérés a subi une certaine évolution, comme le prouve la comparaison avec celui d'animaux normaux, fraîchement capturés et de taille correspondante. Ni les témoins de même âge, ni ceux de même taille ne présentent de phénomènes dégénératifs dans l'ovaire.

L'étude de la gonade ♂ fait apparaître des anomalies équivalentes à celles que nous venons de décrire. Le testicule des animaux privés d'organes Y contient, un an après, des cellules qui répondent à la description de la spermatogonie; on ne trouve pas trace de spermatozoïdes et les dimensions des testicules sont très réduites, alors que chez les témoins de même âge ces organes sont bien développés et en pleine activité.

La comparaison des animaux privés d'organes Y avec les témoins opérés à blanc prouve à l'évidence que les anomalies testiculaires et ovariennes décrites ne sauraient être accidentelles. Il nous paraît donc indiscutable qu'il existe une relation de cause à effet entre l'ablation de l'organe Y

et les modifications en question. Ces résultats suggèrent deux hypothèses. On peut admettre, d'une part, que les anomalies de la gonade chez les animaux privés d'organes Y représentent seulement un aspect particulier d'une perturbation très générale du métabolisme; l'existence de perturbations de ce type est d'ailleurs prouvée par l'arrêt définitif du rythme des mues. Il est possible, d'autre part, d'envisager l'intervention d'un principe spécifique élaboré par l'organe Y et agissant sur la gonade. Les données dont nous disposons actuellement ne nous permettent pas de conclure. Il y a toutefois lieu de remarquer que le fonctionnement normal de la gonade une fois différenciée est possible en l'absence de l'organe Y; dans l'esprit de notre seconde hypothèse, l'intervention d'un éventuel principe gonadotrope, élaboré par l'organe Y, serait donc limitée au déclenchement de la gamétogenèse.

HISTOPHYSIOLOGIE. — *Sur les relations entre l'activité neurosécrétoire du noyau latéral du tuber et la gonadostimulation chez les Poissons Mugilidés.* Note de M. **André Stahl**, présentée par M. Pierre-P. Grassé.

L'auteur observe une neurosécrétion saisonnière dans le noyau latéral du *tuber* des Muges. Chez ces Téléostéens, le cytoplasme des cellules nerveuses tubériennes se vacuolise, donnant naissance à des vésicules qui paraissent se vider dans la cavité du *recessus infundibuli*. En même temps, on note des phénomènes d'excrétion au niveau des cellules basophiles de l'hypophyse, ainsi que la maturation progressive des gonades.

L'hypophyse des Mugilidés est innervée par deux noyaux de cellules neurosécrétoires : noyau préoptique (NPO) et noyau latéral du *tuber* (NLT).

Nous avons déjà décrit ([1]), ([2]) l'aspect de ces noyaux chez les animaux en période d'inactivité sexuelle. Les cellules du NPO élaborent une substance colorable en bleu-noir par l'hématoxyline chromique de Gomori. Elle paraît s'écouler le long du faisceau préoptico-hypophysaire en direction de la neurohypophyse. Celle-ci peut être divisée en deux régions : l'une postérieure, au contact des travées du lobe intermédiaire, dans laquelle s'accumule le neurosécrétat Gomori-positif, l'autre antérieure Gomori-négative [disposition retrouvée chez d'autres Téléostéens ([3]), ([4]).

Les cylindraxes des cellules du NLT prennent également part à l'innervation de l'hypophyse. Par beaucoup de leurs caractères, ces éléments sont analogues aux cellules du NPO [Scharrer ([5])]. Ils sont certainement le

---

([1]) A. Stahl, *Comptes rendus*, 236, 1953, p. 1199.
([2]) A. Stahl, *C. R. Soc. Biol.*, 147, 1953, p. 841.
([3]) W. Bargmann, *Z. Zellforschung*, 38, 1953, p. 275.
([4]) F. Stutinsky, *Z. Zellforschung*, 39, 1953, p. 276.
([5]) E. Scharrer, *Z. Anat. Entw. Gesch.*, 106, 1936, p. 169.

siège d'une neurosécrétion, différente toutefois de celle que l'on observe dans ce dernier noyau. En effet, le matériel élaboré est Gomori-négatif. D'autre part, l'activité glandulaire du NLT est saisonnière, n'apparaissant chez les Muges qu'au moment de leur maturation sexuelle (mois d'hiver).

Nos recherches visent à vérifier l'existence d'une corrélation entre l'activité du NLT et le développement des gonades, en tenant compte du relais hypophysaire. Il est en effet admis que la maturation sexuelle est déterminée par les hormones gonadotropes élaborées par les cellules basophiles du lobe antérieur de l'hypophyse. Les faits que nous avons observés suggèrent que l'activité de ces cellules basophiles est elle-même contrôlée par les processus neurosécrétoires du noyau tubérien.

Notre matériel comporte 22 Muges (*Mugil capito* et *M. cephalus*) capturés à toutes les époques de l'année. Le cerveau et les gonades ont été fixés au Bouin et au liquide d'Orth, inclus à la paraffine, coupés à 5 ou 7,5 μ, puis colorés par la méthode à l'Azan de Heidenhain ou par l'hématoxyline chromique de Gomori.

Chez les animaux en état d'inactivité sexuelle (animaux d'été), le NLT est constitué de cellules nerveuses de grande taille, pourvues d'un ou plusieurs noyaux dont la morphologie est la même qu'au niveau du noyau préoptique. Ces noyaux à contours irréguliers, présentent souvent un aspect dentelé sur l'un de leurs bords, dû à la présence de profondes incisures cytoplasmiques pénétrant dans l'intérieur du noyau en refoulant la membrane nucléaire. Ces invaginations cytoplasmiques, intensément basophiles, contiennent de l'acide ribonucléique (pyroninophilie abolie après emploi de la ribonucléase). Le cytoplasme est d'aspect finement granuleux, sans chromophilie particulière. Les corps de Nissl sont rejetés à la périphérie de la cellule.

Les colorations à l'Azan montrent que les cellules basophiles sont groupées en amas dans le lobe antérieur de l'hypophyse. Leur cytoplasme est rempli de façon homogène de grains colorés par le bleu d'aniline, donnant intensément la réaction de Mc Manus-Hotchkiss. Les hormones gonadotropes étant des glycoprotéines, il paraît très vraisemblable qu'elles sont élaborées par ces éléments.

Chez les animaux d'été, ovaires et testicules sont de très petite taille. A la coupe, les gonades ne montrent que des spermatogonies ou des ovogonies.

Lorsque la maturation des gonades débute, on assiste à de profondes modifications au niveau des cellules basophiles de l'hypophyse, dont le cytoplasme se vacuolise, ce qui correspond probablement à une décharge d'hormone gonadotrope.

Le NLT présente, au même moment, des manifestations neurosécrétoires très marquées. Des vacuoles apparaissent à la périphérie du cyto-

plasme, et prennent rapidement une taille importante, dépassant celle des noyaux. On peut voir ainsi plusieurs vacuoles, accolées l'une à l'autre, se former dans une région qui est souvent située à l'opposé du cône d'émergence de l'axone. Elles contiennent une substance d'aspect granuleux après fixation au Bouin, faiblement colorable par le bleu d'aniline. Les vacuoles peuvent confluer, prendre l'aspect de vésicules de 10-20 $\mu$ de diamètre et même davantage. On les voit souvent, au contact du revêtement épendymaire de la cavité du *recessus infundibuli*, s'insinuer entre les cellules de ce revêtement, ce qui suggère qu'elles peuvent se vider de leur contenu dans ce prolongement du 3$^e$ ventricule.

L'examen des gonades, très augmentées de volume, montre alors les aspects successifs allant des spermatogonies aux spermatozoïdes, ou des ovogonies aux ovocytes vitellogènes.

Nous avons toujours trouvé un parallélisme rigoureux entre la maturation des gonades, la vacuolisation des cellules basophiles de l'hypophyse et l'activité neurosécrétoire des cellules tubériennes. Celles-ci ont un cytoplasme homogène chez les animaux capturés en été. Au cours du mois de novembre, des vacuoles périphériques apparaissent. A ce moment, les cellules basophiles de l'hypophyse présentent également des modifications et, dans les gonades, on voit débuter la spermatogenèse et l'ovogenèse. Les processus neurosécrétoires s'amplifient (en même temps que le volume des gonades devient de plus en plus important), allant jusqu'à donner naissance à des vésicules dont la taille peut dépasser celle du neurone. Leur accolement au revêtement épendymaire du *recessus infundibuli* suggère qu'elles finissent par se déverser dans sa cavité (phénomène d'hydrencéphalocrinie).

Sans vouloir préjuger du mécanisme d'action des cellules neurosécrétoires tubériennes sur le lobe antérieur de l'hypophyse, il nous a semblé que des rapports de temps aussi précis entre activité neurosécrétrice, phénomènes d'excrétion des cellules basophiles et maturation des gonades, permettaient d'admettre l'intervention du noyau latéral du *tuber* dans les phénomènes de gonadostimulation.

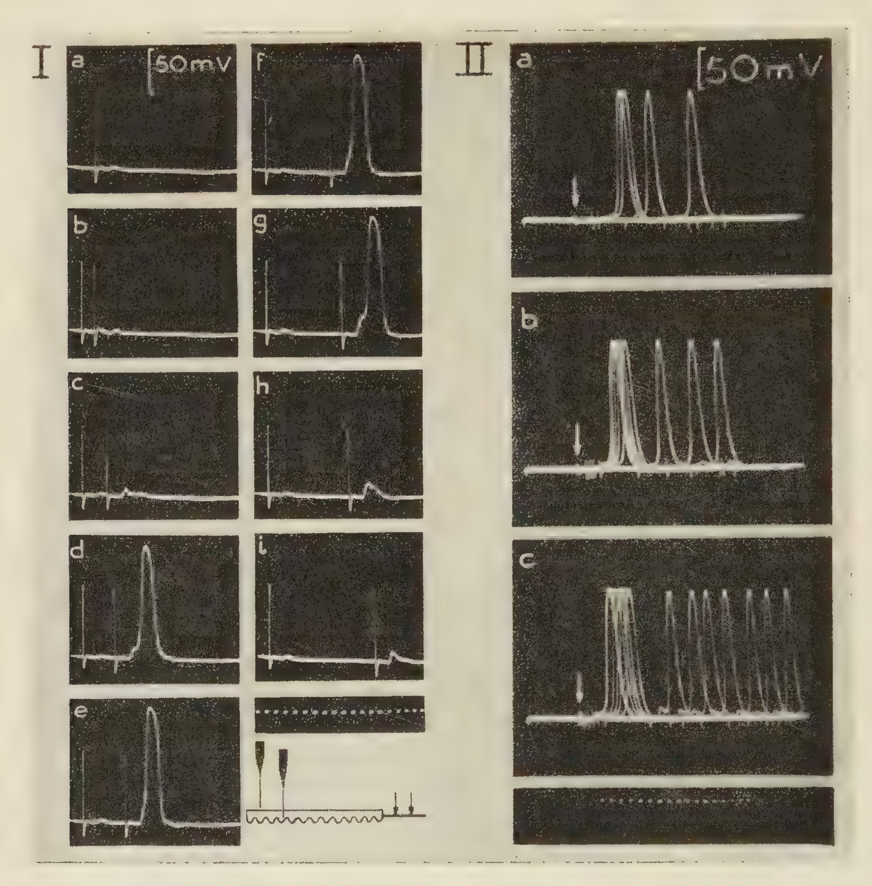
NEUROPHYSIOLOGIE. — *Étude par dérivation intracellulaire des effets sommatifs de deux stimulations nerveuses successives au niveau d'une électroplaque de Gymnote.* Note de M$^{me}$ **Denise Albe-Fessard** et M. **Carlos Chagas**, présentée par M. Robert Courrier.

Nous avons déjà signalé [1], avec d'autres caractères différentiels des excita-

---

(1) D. Albe-Fessard, C. Chagas et H. Martins-Ferreira, *An. Acad. Brasil*, 23, 1951, p. 327.

bilités directe et nerveuse (seuil, directionnalité, fatigabilité), la propriété qu'ont une partie des électroplaques du Gymnote de ne répondre par voie nerveuse qu'à une stimulation itérative (même maximale) alors qu'elles sont activables par voie directe à l'aide d'un stimulus unique. Nous avons plus récemment montré que l'excitabilité indirecte itérative était une règle pour la




Réponses d'une électroplaque d'organe de Sachs. Dérivation par deux microélectrodes. Deux chocs stimulants couplés sont appliqués à un même tronc nerveux et différemment décalés : I, images successives des réponses à divers couples de stimuli; II, trois images de tracés superposés de réponses à divers couples de stimuli. Les chocs 1 sont tous confondus (flèches blanches) et croissent en *a*, *b*, *c*, respectivement comme 1-1,5-2. Temps : 2 ms.

majorité des plaques de l'organe principal et de l'organe de Hunter céphalique, tandis que 1/4 environ seulement des plaques qui constituent l'organe de Sachs et l'organe de Hunter caudal nécessitent pour fonctionner la répétition du stimulus nerveux (2). Les propriétés sommatives des activations nerveuses dans les électroplaques ont été étudiées ailleurs en détail (2), (3), mais ces

(2) D. Albe-Fessard et C. Chagas, *J. Physiol.*, (Paris), 46, 1954, p. 823-840.

(3) M. Altamirano, C. W. Coates, H. Grundfest et D. Nachmansohn, *J. Gen. Physiol.*, 37, 1953, p. 91-110.

travaux ont dans la plupart des cas comporté des dérivations par électrodes externes. Les travaux qui mentionnent une réception intracellulaire ([3]), ([4]), ne fournissent que peu de données sur le phénomène de sommation au niveau d'une électroplaque; il était donc utile de compléter cette étude.

Pour la commodité expérimentale, les plaques utilisées sont prises dans l'organe de Sachs parmi celles qui nécessitent obligatoirement de la sommation. La stimulation est portée sur le tronc nerveux aboutissant à ces plaques, les dérivations sont faites dans la partie distale à l'aide de deux microélectrodes, l'une au contact de la face nerveuse, l'autre intracellulaire.

Les données essentielles acquises dans cette étude sont illustrées par les enregistrements I et II de la figure.

1° Un choc unique maximal pour le nerf est inefficace (I*a*); seule une réponse très réduite apparaît, que nous considérons comme un potentiel de jonction.

2° Lorsque ce stimulus est précédé d'un autre (I, *b* à *i*), lui aussi maximal pour le nerf, on voit, pour des écarts temporels croissants entre les chocs, croître puis décroître le potentiel de jonction.

3° Lorsque ce potentiel atteint une certaine amplitude, on devine d'abord une réponse locale (I, *c*; I, *h-i*), puis on voit surgir un potentiel « tout ou rien » (I, *d-e-f-g*). Le fait que le potentiel est « tout ou rien » est encore plus évident dans les trois images de II.

4° Si l'on part d'un choc conditionnant non maximal et qu'on lui donne des valeurs croissantes (II, *a-b-c*), l'intervalle efficace de facilitation croît avec l'intensité du premier stimulus; l'intervalle maximum est très variable selon les plaques.

Nous avons pu enfin observer au cours de ces expériences qu'un premier choc appliqué *directement* à la plaque n'est facilitant que s'il est assez intense pour stimuler les terminaisons nerveuses. Contrairement à ce que nous avions pu penser ([2]), une réponse directe ne peut conditionner l'effet d'un stimulus nerveux.

PSYCHOPHYSIOLOGIE. — *Contribution à l'étude des fonctions corticales chez l'Homme. VI. Inhibition externe, étudiée par la méthode électroencéphalographique et la méthode des images consécutives.* Note (*) de M<sup>me</sup> **Catherine Popov**, présentée par M. Pierre-P. Grassé.

Nous abordons dans cette Note le problème de l'inhibition externe et, en liaison avec ce problème, le phénomène de l'arrêt des ondes $\alpha$. Pour les

---

([4]) M. Altamirano, C. W. Coates, H. Grundfest et D. Nachmansohn, Résumés des communications, 19e *Congrès international de Physiologie*, Montréal, 1953, p. 158.

(*) Séance du 8 décembre 1954.

uns, comme Jasper (1), les auteurs japonais (2) et quelques autres auteurs, ce phénomène paraît être dû à une excitation corticale. Pour d'autres, elle résulterait d'une inhibition corticale.

Depuis Pavlov, on sait qu'il existe plusieurs types d'inhibition corticale, ceux d'extinction, de retardement, de différenciation, etc. Il considérait l'inhibition externe comme identique à l'inhibition par induction négative.

Dans nos recherches, avec N. Popov (3), lorsqu'on intercalait dans l'expérience habituelle un stimulus inattendu (son grave, ou énoncé : « son grave »), nous avons toujours observé cette inhibition par induction négative, marquée sur les tracés par la suppression des ondes α. Par conséquent, cette suppression des ondes α correspondrait, à notre avis, à un processus d'inhibition corticale, plutôt que d'excitation.

Pour étudier ce phénomène, nous avons utilisé d'une part, la méthode électroencéphalographique et d'autre part, la méthode des images consécutives, et des images consécutives conditionnées (3).

Poursuivant nos recherches, avec N. Popov (3) depuis plusieurs années, nous étions obligés de conclure que l'on ne peut enregistrer l'inhibition corticale par l'électroencéphalogramme que jusqu'à une certaine intensité, au-dessous de laquelle les tracés ne permettent plus de constater que l'inhibition persiste. Mais cette inhibition, que nous avons nommée coursive, a pu être enregistrée par la méthode des images consécutives et des images consécutives conditionnées. Les expériences ont été poursuivies sur de nombreux sujets et les résultats obtenus ont été très nets dans tous les cas.

*Méthode.* — Après un stimulus inattendu provoquant l'inhibition corticale, on remarque toujours la suppression des ondes α sur l'électroencéphalogramme. Une fois les tracés revenus à leur état initial, c'est-à-dire alors qu'on ne peut plus affirmer l'existence d'une inhibition corticale d'après les tracés, on donnait le stimulus habituel (son accompagné de deux éclats lumineux), plusieurs fois de suite, espacé de 2 à 3 mn, et l'on enregistrait le signal des images consécutives apparues après chaque stimulus. En comparant d'après leur nombre, leur durée d'apparition et leurs couleurs, les images consécutives apparues lors de ces expériences, avec celles qui apparaissaient habituellement, nous pouvons donner les conclusions suivantes :

---

(1) Jasper et Cruicksank, *J. General Psych.*, 17, 1937, p. 29-48.

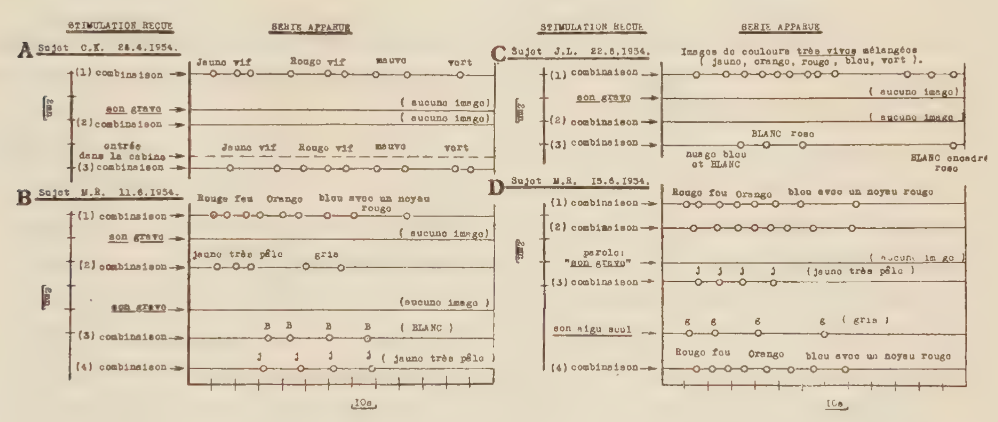
(2) Koiti Motorava et Iti Huzimori, *Tohoku J. Exper. Med.*, 50, nos 3, 4, 1949; Koiti Motokava, *ibid.*; Kituya Iwama, *Tohoku J. Exper. Med.*, 52, nos 1, 2, 1950; Kituya Iwama et Mituyosi Abe, *Tohoku J. Exper. Med*, 56, no 4, 1952.

(3) N. Popov et Cath. Popov, *Comptes rendus*, 236, 1953, p. 744; 237, 1953, p. 930 et 1439; 238, 1954, p. 1912, 2026 et 2118.

*a.* Bien que les conditions d'expérience et les éclats lumineux fussent absolument identiques aux expériences habituelles, le premier stimulus habituel qui succède au stimulus inattendu ne provoque aucune image consécutive chez la plupart des sujets; chez quelques autres les images apparues sont beaucoup moins nombreuses et peu colorées.

*b.* Le deuxième stimulus habituel provoque l'apparition d'images rares et peu colorées. Au stimuli suivant réapparaît peu à peu la série habituelle quant au nombre, durée, et couleur des images, mais de façon lente et progressive.

*c.* De plus si l'on donne le stimulus conditionné seul (son aigu) lors de cette inhibition corticale sous-liminaire, les images consécutives conditionnées provoquées par ce stimulus, sont beaucoup moins nombreuses et moins colorées que celles obtenues habituellement. Ce qui se voit bien sur la figure.




○— Apparition d'une image consécutive. Combinaison : son aigu suivi de deux éclats lumineux. Les paroles « Son grave » sont prononcées à haute voix.

Chaque figure A, B, C D, représente une séance entière effectuée avec un sujet : A (sujet C. K.). — Inhibition corticale mise en évidence par l'absence d'images après une stimulation habituelle (combinaison) qui suit immédiatement le son grave. L'entrée dans la cabine fait cesser cette Inhibition corticale; B (sujet M. R.). — Inhibition corticale exprimée par l'apparition d'images rares et peu colorées, provoquées par le stimulus habituel donné après le son grave; C (sujet J. L.). — inhibition corticale également. Le premier stimulus habituel donné après le son grave n'est pas suivi d'images, le second provoque les images rares et peu colorées; D (sujet M. R) — Le stimulus conditionné (son aigu) provoque l'apparition d'images peu colorées lors de l'inhibition corticale. La série suivante est redevenue normale.

Ainsi, d'après nos expériences, l'inhibition due à l'induction négative persiste au delà de ce qui peut être enregistré sur les électroencéphalogrammes. D'autre part, pour affirmer que nous nous trouvons bien en présence d'une inhibition externe, nous avons recherché si ce phénomène possédait les qualités nécessaires. La plus importante selon Pavlov est celle de la possibilité d'extinction du phénomène par les répétitions. Ce qui a toujours été retrouvé. Outre cela, il suffisait d'entrer pendant

moins d'une minute dans la cabine où se trouvait le sujet (*fig.* A), ou bien d'effectuer une stimulation par l'agent conditionné (son aigu seul) (*fig.* D), pour que tous les phénomènes d'inhibition corticale disparaissent et que le stimulus habituel, donné immédiatement après, fasse apparaître déjà la série d'images consécutives habituelles.

Ainsi, nous ne pouvons pas mettre en doute que c'est un processus d'inhibition corticale qui était représenté dans nos expériences par l'arrêt des ondes $\alpha$, et la méthode des images consécutives utilisée par nous a permis de prolonger l'étude de ce phénomène, jusqu'à son extinction réelle.

ANTHROPOLOGIE. — *Comparaison des Françaises avec quelques autres populations féminines blanches pour les mesures du corps.* Note de M^lle **Suzanne de Félice**, présentée par M. Pierre-P. Grassé.

Dans une Note précédente [1], nous avons rapporté les données essentielles que nous avons recueillies sur 140 Françaises de 20 à 48 ans de diverses régions de la France.

Nous comparerons, ici, quelques-unes de ces données à celles qui ont été obtenues par différents auteurs (avec une technique comparable), pour 1000 Lettonnes de 18 à 45 ans, 315 Norvégiennes de 20 à 40 ans, deux groupes d'Allemandes (187 étudiantes de Fribourg de 17 à 33 ans et 1152 « Allemandes *sensu lato* » de 18 à 30 ans), 153 Slovènes de 18 à 33 ans et 100 Américaines de 20 à 59 ans provenant d'une population d'immigrants. Nous avons considéré également, pour quelques mesures seulement, des Suissesses, deux autres groupes d'Allemandes, des Polonaises de Silésie et des Esthoniennes.

Si des différences notables sont enregistrées pour les mesures absolues, la stature notamment : Françaises, 159,96 cm; Lettonnes, 159,84; Norvégiennes, 162,36; Allemandes *sensu lato*, 158,00; Allemandes de Fribourg, 164,34; Allemandes de l'Obervieland, 159,78; Bavaroises, 156,6; Slovènes, 159,29; Américaines, 161,54; Suissesses de l'Oberland bernois, 156,97; de l'Oberemmental, 159,54; de Saint-Gall, 155,51; des Grisons, 156,2, etc.; les comparaisons sont faites sous réserve car il faut tenir compte de l'âge des groupes étudiés, des milieux sociaux et de la date à laquelle les travaux ont été faits, une augmentation de stature très nette ayant été constatée depuis quelques décades, dans le monde, essentiellement en Europe.

Les mesures relatives de toutes ces populations, exprimées en pour-cent de la stature et permettant d'apprécier les proportions du corps, sont

---

[1] S. de Félice, *Comptes rendus*, 239, 1954, p. 1317.

plus intéressantes à comparer. Elles montrent d'assez faibles variations. La femme blanche présente, en général, un ensemble de proportions qui varie dans une marge assez restreinte.

Le tableau ci-dessous permet de se faire une idée de ces ressemblances générales :

| Mesures relatives. | Françaises. | Lettonnes. | Norvégiennes. | Allemandes. | Allemandes Fribourg. | Slovènes. | Américaines. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Taille assis............. | 53,0 | 52,9 | 53,2 | 52,9 | – | | 52,9 |
| Hauteur suprasternale... | 81,4 | 81,9 | 81,6 | – | 80,8 | | |
| » ombilicale...... | 59,6 | 59,7 | 59,7 | – | – | – | |
| » symphysienne... | 51,2 | 50,7 | 51,2 | – | 51,2 | 51,6 | |
| Longueur antér. du tronc. | 30,1 | 31,1 | 30,4 | – | 30,3 | – | – |
| Largeur biacromiale..... | 22,3 | 22,0 | 22,1 | 22,2 | 22,5 | 21,8 | 22,0 |
| » bicrête......... | 18,5 | 16,9 | 17,7 | 18,0 | 17,7 | 17,9 | 18,6 |
| Hauteur acromiale...... | 81,4 | 82,0 | – | – | 79,7 | – | – |
| Longueur du bras....... | 19,0 | 19,4 | 18,5 | 18,6 | – | – | – |
| » de l'avant-bras. | 14,3 | 14,6 | 14,1 | 14,4 | – | – | – |
| » de la main.... | 11,2 | 10,7 | 10,8 | 10,7 | – | – | – |
| Hauteur ilio-spinale..... | 56,2 | 56,3 | 55,4 | 56,5 | 56,2 | 56,2 | – |
| » tibiale......... | 26,1 | 26,7 | 26,1 | – | – | – | – |
| Longueur de la cuisse.... | 29,9 | 29,6 | 29,1 | – | – | – | – |
| » de la jambe.... | 21,8 | 22,2 | 22,0 | 22,4 | – | – | – |

C'est ainsi que la largeur des épaules correspond aux 22 % de la stature environ; que l'indice cormique, ou taille assis relative, est de 52,9 pour 4 populations (avec les Suissesses de l'Oberemmental non mentionnées dans le tableau), 5 autres avec 52,7, 53,0, 53,1, 53,2 et 53,2, étant très proches de ce nombre; que la longueur antérieure du tronc relative est de 30,1, 30,3, 30,4 et 30,5 pour les Polonaises de Silésie, les Lettonnes se détachant un peu avec une valeur de 31,1; que la hauteur du centre de l'ombilic au-dessus du sol (point important dans certains canons artistiques) vaut les 59,7 % de la stature pour 3 populations (59,66 pour les Françaises) et que la longueur du membre inférieur assimilée, suivant la proposition de H. Vallois, à la hauteur ilio-spinale, correspond aux 56,2 % de la stature pour 3 populations, les 3 autres ayant des valeurs de 56,3, 56,5 et, pour les Norvégiennes, de 55,4.

Le bassin, lui, offre des différences plus notables : d'indice métriopyèle chez les Lettonnes où il correspond aux 16,9 % de la stature et également chez deux autres groupes : 17,7, 17,9, il est d'indice eurypyèle : 18, 18,5, 18,6, chez les Allemandes, les Françaises et les Américaines. Ce sont là les différences les plus marquantes.

Tous les renseignements désirables pour une analyse plus complète ne figurent malheureusement pas dans ce tableau, les auteurs n'ayant pas fourni toutes les données que l'on souhaiterait trouver dans leurs travaux.

ZOOLOGIE. — *Sur un Sphérome « nouveau » des côtes occidentales d'Europe :* Sphaeroma monodi, *n. sp.* (*Isopode Flabellifère*). Note de MM. **Charles Bocquet, Henri Hoestlandt** et **Claude Lévi**, présentée par M. Louis Fage.

Le genre *Sphaeroma* est représenté, sur les côtes occidentales d'Europe, par quatre espèces; en dehors des trois espèces communes : *serratum*, *rugicauda* et *hookeri*, une quatrième espèce, *S. monodi* n. sp., proche mais distincte de *S. podicipitis* Monod, est fréquente. Les caractères distinctifs principaux de ces cinq espèces sont brièvement signalés.

En 1931, Th. Monod (1) a décrit, sur deux individus, une espèce nouvelle de *Sphæroma : S. podicipitis*; l'un des exemplaires avait été trouvé au Maroc, dans l'estomac d'un *Podiceps cristatum* L.; le second, récolté près de 100 ans plus tôt, aux îles Chausey, par Audouin et Milne-Edwards, figurait depuis lors, mêlé à d'autres Flabellifères, dans les collections du Muséum d'Histoire naturelle de Paris. Ces deux exemplaires différaient cependant, comme Monod le signalait, par l'ornementation de leurs uropodes, dont l'exopodite, inerme chez l'échantillon marocain, était nettement crénelé chez le spécimen des Chausey.

Nous avons retrouvé de nombreuses populations d'un Sphérome identique au type des Chausey et sommes conduits à considérer leur ensemble comme une espèce nouvelle, proche mais distincte de *podicipitis*, qui se trouve ainsi réduite à un mâle type. Nous dédions la forme nouvelle au Professeur Monod et l'appelons *Sphæroma monodi*.

Depuis plusieurs années, au cours de nos recherches sur le polychromatisme de *S. serratum*, faites en collaboration avec G. Teissier, notre attention avait été attirée par de jeunes Sphéromes, fréquents à Roscoff dans les prises de sable intercotidal et dont le phénotype le plus courant ne se ramenait à aucun des mutants colorés de *serratum*. Le travail systématique n'était cependant possible que sur des adultes, que nous avons ensuite trouvés à Ambleteuse, puis à Roscoff. D'autres populations, depuis, ont été relevées sur nos côtes atlantiques, jusqu'à Arcachon, sur les côtes belges, espagnoles, de Grande-Bretagne et d'Irlande, où les individus qui les constituent semblent avoir été identifiés jusqu'à présent comme des *serratum*, probablement en raison de leurs uropodes denticulés.

*S. monodi* diffère pourtant très nettement des trois espèces classiques : *serratum* (F.), *rugicauda* Leach et *hookeri* Leach; l'uniformité morphologique de tous les exemplaires examinés confère, d'autre part, une valeur

(1) *Mém. Soc. Sc. Nat. Maroc*, 3e partie; Sphæromatidæ, 29, 1931, p. 1-91.

taxinomique aux différences qu'ils présentent par rapport au type de *podicipitis* Monod.

Une étude morphologique détaillée de *S. monodi* ne saurait trouver place ici. Nous nous bornerons pour l'instant à signaler les caractères différentiels qui suffisent à séparer cette espèce des autres Sphéromes des côtes occidentales d'Europe.

Les plus nets sont fournis par les garnitures de soies des péréiopodes antérieurs. *S. monodi* se distingue immédiatement de *serratum*, espèce avec laquelle elle a généralement été confondue, par l'aspect des longues soies qui ornent les carpo- et méropodites des trois paires antérieures de pattes thoraciques : fortement et régulièrement barbelées sur toute leur longueur chez *serratum*, ces soies sont glabres dans leur moitié basale, très faiblement plumeuses dans leur partie distale chez *monodi*, de même que chez *rugicauda*, *hookeri* et *nodicipitis*. Ces dernières espèces diffèrent par le nombre de soies que portent les péréiopodes I, à leur bord rostral, au niveau de la grosse épine rostro-distale du propodite : on en compte 6 à 7 chez les plus grands exemplaires de *monodi* (♂♂ de 9 mm de longueur), toujours 0 chez *hookeri*, 2 au maximum chez *rugicauda*, de 15 à 20 pour *podicipitis* et *serratum* (2).

La ressemblance entre *podicipitis* et *monodi* est cependant grande : le pléotelson des ♂♂, dépourvu de toute carène dorsale, a même forme, tout en étant souvent plus retroussé dans sa partie distale chez *monodi*; les maxillipèdes ont même aspect, les lobes des pro- et carpopodites étant un peu plus prononcés chez *monodi*. Mais, en dehors du nombre des soies rostro-distales des péréiopodes I et d'une différence dans l'ornementation des maxillules, *monodi* se distingue essentiellement de *podicipitis* par la denticulation très apparente de la marge externe de l'exopodite des uropodes, cette marge étant inerme chez *podicipitis*. Ce caractère, réalisé dès l'éclosion, est constant chez les *S. monodi* des deux sexes, les gros exemplaires ayant en général 6 ou 7 dents marginales en plus de celle qui termine l'exopodite.

Au point de vue écologique, *S. serratum* et *S. monodi* sont les espèces les plus voisines. Ce n'est cependant que très exceptionnellement qu'on les rencontre associées en populations « mixtes » (Blanc-Nez; Gijon, en Espagne). A Roscoff, les *S. monodi* vivent dans le sable, sans s'abriter, comme les *serratum*, sous des pierres stables; ils se réfugient pourtant fréquemment dans les coquilles vides de *Littorina obtusata* remontées par

---

(2) Omer-Cooper, Rawson, *Rep. Dove Mar. Lab.* (Third Ser., n° 2), 1934, p. 22-58; B. Forsman, *Ark. f. Zoologi*, 1952, p. 153-158; O. Kinne, *Kieler Meeresforsch.*, 1954, p. 100-120.

les flots. A Ambleteuse, où les *S. serratum* sont localisés dans les fissures de gros blocs schisteux, les *monodi* se rassemblent sous les galets situés au pied même de ces blocs.

ÉCOLOGIE. — *Biocénose réalisée, en galeries de mine, autour de toiles mycéliennes d'Hyphomycète capteur.* Note (*) de M. **Henri Heim de Balsac**, transmise par M. Roger Heim.

Au cours de prospections biologiques, en galeries de mines de fer, dans le but de recueillir les faunules hypogées, nous nous sommes trouvés en présence de parois rocheuses, couvertes, sur des surfaces dépassant le mètre carré, de nappes, véritables toiles de filaments, dont la blancheur tranchait sur la teinte sombre des roches. La comparaison s'établit aussitôt, dans notre esprit, avec la « toile » redoutée des horticulteurs, destructrice des semis, que forme à la surface des fumiers et terreaux sous châssis le mycélium de *Botrytis cinerea*.

L'examen à la loupe confirma que nous nous trouvions en présence de toiles mycéliennes, constellées de perles brillantes, gouttelettes de condensation de vapeur d'eau d'une atmosphère saturée.

A la surface de ces toiles, se déplaçaient avec agilité, de petites Araignées (*Porrhoma proserpina*), troglobie connue des grottes et souterrains. Sur les mêmes toiles, se remarquaient, comme autant de taches noires, de nombreux moucherons, les uns manifestant leur vitalité par des battements d'ailes, les autres morts, tous difficilement détachables de la toile.

Après prélèvement d'échantillons, l'examen au laboratoire montra que ces insectes étaient enlacés par des ramifications du mycélium, et qu'ils étaient pris à un véritable piège.

Ce mycélium se rapporte à *Arthrobotrys oligospora*, bien connu dans les sols de surface, comme prédateur, capturant des Nématodes par arceaux entrelacés et anastomosés, de type gluau. C'est par ces pièges que se trouvent capturés les insectes, se posant sur les toiles mycéliennes.

Il s'agit de Diptères Tipulides, d'espèce non déterminée, en dépit de l'examen des diptérologues : Villeneuve et Pierre.

Leurs larves vivent aux dépens des boisages de mines, progressivement désagrégés par action mycotique. Par contre, les Araignées ne sont pas capturées, au cours de leurs déplacements sur les toiles. La raison en est toute mécanique : l'Arachnide se déplace sur un réseau de fils soyeux, tendu par lui, sur un plan superposé à celui du mycélium. Ainsi les pattes de l'Araignée ne sont-elles pas happées par les pièges et elle peut dévorer les Tipules prisonnières.

---

(*) Séance du 8 décembre 1954.

Ainsi se trouve réalisée une biocénose à trois participants : Hyphomycète prédateur, Diptère Tipulide, Arachnide, et même à quatre participants, si l'on veut tenir compte du rôle des champignons qui, en décomposant les boisages, préparent un milieu humique pour les larves de Tipules.

Une telle biocénose est en fait réalisée par l'action du facteur humain : creusement de galeries, apport de boisages et aussi apport de matières organiques, d'origine humaine ou chevaline, dont profite l'Hyphomycète. Par l'exemple de cette Biocénose inattendue, est mise en lumière la connexion nécessaire des études d'Écologie et de Biocoénotique.

BIOLOGIE. — *Électrophorèse sur papier des protéines du sérum de* Carcinus maenas *Pennant*. Note de M. **René Frentz**, présentée par M. Louis Fage.

Nos recherches sur la biochimie comparée des Crabes *Carcinus maenas* Pennant indemnes et sacculinés nous ont amené à appliquer aux protéines du sérum de ces animaux la méthode d'électrophorèse sur papier mise au point par Cremer et Tiselius [1], Durrum [2] et Machebœuf [3]. On sait que cette technique permet de séparer, sous forme de taches colorées sur papier filtre, les protéines de quantités minimes de sérum.

Cent vingt électrophorèses ont ainsi été réalisées à la Station Biologique de Roscoff, sur appareil Jouan, papier d'Arches n° 304, en solution-tampon de Durrum à pH 8,6 et sous une tension de 150 V pendant 7 h ou 110 V pendant 12 h. La quantité de sérum mise en œuvre a été de 20 $mm^3$ pour chaque essai. La révélation des bandes s'est faite au bleu de bromophénol et leur transcription graphique par lecture au photomètre incorporé à l'appareil. Nous n'accordons d'ailleurs aux courbes obtenues qu'une valeur indicative et non un caractère quantitatif rigoureux.

Les figures électrophorétiques réalisées présentent au premier abord une variabilité déconcertante. Certaines bandes sont à peine colorées et dénotent l'absence presque totale de protéines. D'autres portent une tache nette et éloignée de la ligne de départ (tache distale). D'autres encore révèlent deux taches, l'une distale, la seconde plus proche de la ligne initiale (tache intermédiaire). Une dernière catégorie enfin renferme les bandes à trois taches : une distale, une intermédiaire et une troisième voisine du start (tache proximale). De plus, l'intensité relative de ces diverses taches varie suivant la concentration des protéines correspondantes.

(1) *Biochem. Z.*, 320, 1950, p. 273.

(2) *J. Amer. Chem. Soc.*, 72, 1950, p. 2943.

(3) *Bull. Soc. Chim. Biol.*, 33, 1951, p. 1543.

Cette variabilité s'explique aisément par le nombre des états physiologiques possibles pour un même Crabe suivant l'âge, l'alimentation, le cycle d'intermue, le cycle sexuel ou la présence de parasites.

Afin de circonscrire l'action propre de chaque facteur, nous avons essayé d'en éliminer certains : l'âge par exemple, en choisissant des animaux de tailles voisines; l'alimentation, par une nourriture régulière et homogène. Pour chaque individu nous avons aussi noté, outre la longueur exacte, les pigmentations dorsale et ventrale, l'étape de l'intermue, l'aspect de l'hépatopancréas, des gonades, ainsi que la présence de Sacculines internes ou externes ou d'autres parasites.

De l'ensemble des essais effectués, nous croyons pouvoir conclure :

1° Que plusieurs électrophorèses sur un même sérum donnent des résultats concordants;

2° Que deux électrophorèses faites sur un même Crabe à un ou quelques jours d'intervalle donnent des figures similaires; que donc l'animal n'a pas été affecté d'une manière sensible par la prise de sang minime dont il a été l'objet et qu'ainsi la méthode permet de suivre régulièrement, en élevage, la nature des protéines de son sérum;

3° Que l'hémocyanine semble comprise dans les protéines de la tache distale, une intensité considérable de cette dernière correspondant toujours à une teinte bleue prononcée du sérum;

4° Que les périodes A et B consécutives à la mue [système de Drach (4)] fournissent des sérums pauvres en protéines et qu'ensuite, au cours de la période C, on voit apparaître les protéines des taches distales et intermédiaires chez le mâle, distales, intermédiaires et proximales chez la femelle. La présence des deux dernières taches coïncide en outre avec un aspect très jaune et très chargé de l'hépatopancréas;

5° Qu'en ce qui concerne plus spécialement les femelles, l'apparition et l'intensification des taches intermédiaires et proximales sont toujours parallèles à la progression de la vitellogenèse;

6° Que la tache proximale, visible avec netteté seulement chez la femelle, coïncide souvent avec une couleur jaune accentuée du sérum et qu'il est possible qu'elle corresponde à certaines lipoprotéines.

En résumé, la méthode d'électrophorèse sur papier a permis de déceler des variations qualitatives et semi-quantitatives dans la teneur en protéines du sérum de *Carcinus maenas* pendant le cycle d'intermue et le cycle sexuel femelle. Le but des travaux en cours est de préciser ces données et de les étendre à d'autres états physiologiques.

---

(4) *Ann. Inst. Océan.*, **19**, 1939, p. 103-391.

BIOLOGIE. — *Sur l'ectohormone des reines d'Abeilles.* Note de M^lle **Janine Pain**, présentée par M. Pierre-P. Grassé.

On sait qu'une reine vivante attire les ouvrières d'Abeille [Lecomte (1)] et qu'elle inhibe chez celles-ci le développement ovarien [Hess (2), Pain (3), Mussbichler (4)]. Mais en avril 1953, j'ai observé qu'une reine morte attirait tout autant (et peut-être davantage apparemment, car le phénomène est plus aisé à observer) les Abeilles d'une cagette; et leurs ovaires sont également inhibés [Pain (5)]. Une substance est en cause, que les Abeilles prélèvent sur le corps de la reine [Pain (5)].

Cette « ectohormone » est pratiquement insensible à la chaleur, puisque deux autoclavages successifs à 120° de 40 mn pour le premier et de plus de 1 h pour le second ne suffisent pas à supprimer l'attraction que manifestent les ouvrières pour la dépouille royale. Elle est extrêmement stable, puisque nous avons utilisé, avec un plein succès, des reines en collection depuis trois ans. Elle est soluble dans le chloroforme [ainsi que dans l'acétone et l'éthanol [de Groot (6)]. Il s'agit donc probablement d'une des cires ou paraffines qui imprègnent l'épicuticule. Ajoutons que l'extrait chloroformique de reine, imbibant un fragment de moelle de sureau, fournit une méthode de test commode, car l'intégralité du phénomène peut être observée dans ces conditions (attraction des ouvrières et inhibition de leur développement ovarien).

*Siège de l'ectohormone.* — J'ai présenté à des ouvrières la tête, le thorax et l'abdomen d'une reine attractive, à quelques centimètres les uns des autres. Au cours de deux expériences, le nombre d'ouvrières attirées d'une manière stable par la reine a été de 55 (première expérience) et de 108 (seconde expérience avec une autre reine) pour la tête; de 40 et de 105 pour le thorax; de 38 et de 88 pour l'abdomen. La substance semble donc répartie sur toute la surface du corps, avec une prédominance pour la tête. Mais comme ces deux expériences le montrent et comme je l'ai souvent vérifié par ailleurs, il semble exister entre les reines de grosses différences individuelles dans la qualité ou la quantité de la substance attractive. Ceci est sans doute en rapport avec la difficulté qu'on éprouve à faire accepter certaines reines par les colonies orphelines.

---

(1) *Comptes rendus*, 231, 1950, p. 802.
(2) *Beih. Schweiz. Bienenz*, 1, 1942, p. 33.
(3) *Insectes Soc.*, 1, n° 1, 1954, p. 59.
(4) *Z. vgl. Physiol.*, 34, 1952, p. 207.
(5) *Insectes Soc.*, 1, n° 5, 1954, p.
(6) *Experientia*, O/9, 1954, p. 384.

*Mode d'action de l'ectohormone.* — L'ectohormone n'agit que par voie buccale, les ouvrières léchant et mordant la reine morte (les mandibules lâchent prise aussitôt). L'extension du proboscis des ouvrières est nettement visible lorsqu'elles se trouvent autour de la reine. D'autre part, une reine morte, ou un morceau de moelle de sureau imbibé d'ectohormone n'attirent plus du tout les ouvrières dès qu'elles s'en trouvent séparées par une toile métallique, qui les empêche de passer la trompe, et leurs ovaires alors grandissent et atteignent la taille des ovaires d'orpheline.

Une odeur ne paraît donc pas en jeu; il faut un contact immédiat.

La *forme de la reine*, perçue par voie visuelle ou tactile, n'entre pas non plus en ligne de compte; en effet, une reine fraîchement tuée et hachée menu peut être présentée aux ouvrières : elle leur produit autant d'effet qu'une reine entière. Il en est de même du cadavre d'une vieille reine desséchée depuis trois ans, présentée aux ouvrières dans un sachet de soie à mailles fines. Les ouvrières s'assemblent autour du sachet avec autant de persistance que s'il s'agissait du cadavre intact.

*Spécificité.* — L'ectohormone semble, jusqu'à plus ample informé, strictement spécifique. Nous avons présenté en effet aux ouvrières les cadavres desséchés d'*Andrena carbonaria*, *bicolor*, *florea*, *nigroænea*; d'*Eucera longicornis*; de *Bombus pratorum*, *lapidarius*, *hortorum*, *cognatus*, *terrestris*, de deux Xylocopes et d'une Scolie tropicale. Aucun de ces Insectes n'intéresse les ouvrières.

Nos résultats sont pleinement en accord avec ceux de de Groot ([6]). Il est plus que probable que l'ectohormone se confond avec la « queen substance » de Butler ([7]) qui provoque l'inhibition de la construction des cellules royales.

Ajoutons que l'extrait d'ouvrières ordinaires, ou d'ouvrières pondeuses, extrait par le chloroforme et déposé sur un fragment de moelle de sureau n'attire pas les ouvrières.

Des essais de caractérisation chimique et de dosage biologique sont en cours; ainsi que l'étude du spectre de l'ectohormone dans l'ultraviolet.

BIOLOGIE. — *Influence du nombre d'individus sur la formation de la grappe par les ouvrières d'Abeilles.* Note de M. **Jacques Lecomte**, présentée par M. Pierre-P. Grassé.

Dans une étude antérieure ([1]) il avait été trouvé que le nombre d'individus nécessaire pour la formation de la grappe dans 100 % des cas par les ouvrières d'*Apis Mellifica* était égal à 75.

---

([7]) *Trans. Roy. Entom. Soc. London*, 105, part 2, 1954, p. 11-29.

([1]) *Z. vergl. Physiol.*, Bd. 32, 1950, p. 499-506.

Des observations ultérieures montrèrent que la formation de grappe est cependant possible, dans certaines conditions, par un nombre bien plus restreint d'Abeilles; aussi il parut intéressant de reprendre cette étude de manière systématique.

Des groupes, composés d'un nombre variable d'individus d'âge inconnu mais toujours prélevés dans les ruches par les mêmes méthodes, furent déposés en état de narcose (au gaz carbonique) dans des caisses de bois, de différents volumes; la formation de la grappe fut alors étudiée, à la température de 25° et à l'obscurité.

Par grappe, on désigne un amas d'Abeilles *immobiles* comprenant au moins 80 % des individus présents dans le local expérimental.

Le temps d'observation est de 3 h, laps de temps, après lequel apparaissent chez les Abeilles ainsi maintenues en petit nombre, sans apport de nourriture, les premiers phénomènes pathologiques.

Les résultats suivants ont été obtenus lors de 18 essais.

| Nombre d'individus. | Nombre de cas où la grappe a été observée. | Nombre d'individus. | Nombre de cas où la grappe a été observée. |
|---|---|---|---|
| 5 | 6/18 | 25 | 1 |
| 10 | 7 | 50 | 14 |
| 15 | 1 | 75 | 18 |

Les résultats ci-dessus montrent nettement que la formation de la grappe est plus facile pour les petits groupes, 5, 10, que pour des groupes moyens et qu'elle ne recommence à être possible que pour des groupes importants.

De même l'observation de deux individus déposés dans un local similaire permet de constater qu'ils restent très fréquemment en contact, échangeant en particulier de la nourriture.

Mais une analyse plus fine fait apparaître des différences considérables entre les grappes formées d'un petit nombre d'individus et les autres.

Essentiellement, les premières sont peu stables se détruisant après avoir duré quelques minutes; les ouvrières ne sont pas accrochées les unes aux autres et restent très mobiles dans l'amas.

Enfin ces grappes ne semblent pas obéir aux taxies de l'essaim telles que les a décrites Sendler (²), il ne semble pas possible de les assimiler aux grappes que l'on commence à voir formées par une cinquantaine d'individus.

De toute manière, *tout groupe d'Abeilles*, placé dans les conditions expérimentales décrites ci-dessus, tend dès son réveil, à *passer de l'état dispersé à l'état groupé*; de petits amas se forment toujours, comprenant

(²) *Z. Zool.*, 154, 1940.

de deux à quatre individus, ce sont ces petits amas qui se groupent pour former la grappe si elle doit avoir lieu; dans le cas contraire, il y a retour à la phase dispersée et grande agitation des Abeilles jusqu'à l'apparition des phénomènes pathologiques dus à l'épuisement.

L'évolution du phénomène semble bien irréversible et après l'avortement d'une grappe suivi d'une nouvelle phase de dispersion, il n'a jamais été possible, dans les conditions de l'expérience, d'observer l'apparition d'une nouvelle phase de groupement.

Un autre point est digne d'attention, c'est celui de l'influence que peut avoir le volume du local expérimental sur le nombre d'individus nécessaire pour la formation de la grappe.

Des essais ont été conduits avec des volumes de 1, 10, 20, 30, 40 et 50 $dm^3$.

Les résultats concernant la fréquence de formation de grappe sont négatifs, en ce sens qu'on ne peut dire, à nombre égal d'individus présents, qu'il se forme plus souvent des grappes dans les locaux de petits volumes.

Par contre, le temps nécessaire pour former la grappe varie en fonction du volume : elle se forme bien plus rapidement dans les locaux de petit volume.

Enfin, il est bon d'attirer l'attention sur la nécessité d'écarter lors des expériences la moindre composante taxique, susceptible de fausser les résultats : la moindre stimulation sensorielle chimiotactique, optique, ou autre amène les abeilles à former un rassemblement qu'il faut se garder de confondre avec la grappe, résultat de l'interattraction entre les individus.

BIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Remarques sur le déterminisme de la poche incubatrice chez le Crustacé Isopode* Asellus aquaticus L. Note de M^me^ **Marie-Louise Balesdent-Marquet**, présentée par M. Louis Fage.

En 1924, A. Vandel [1] étudiait le déterminisme du développement des costégites des Isopodes et les relations qui existent entre l'activité des gonades et le développement des caractères sexuels temporaires chez les Crustacés et concluait en écrivant : « De nouvelles expériences sont nécessaires pour trancher la question. »

Répondant à cette phrase, V. Haemmerli-Boveri [2] en 1926, irradiait en entier aux rayons du radium des ♀ adultes de *Asellus aquaticus* L. et montrait que la destruction des ovaires est accompagnée d'une dispa-

(1) *Comptes rendus*, 178, 1924, p. 974.

(2) *Z. wiss. Biol.*; *Abt. C*, *Physiol.*, 4, 1926, p. 668-698.

rition des pontes et des « mues parturiales » donnant naissance aux grands oostégites formant la poche incubatrice; des « mues normales » seules apparaissent ensuite.

En 1953 ([3]), j'ai noté chez les ♀ adultes de *Asellus aquaticus* L. en élevage, et n'ayant subi aucune irradiation, l'apparition de « mues normales » successives (jusqu'à trois) en période de reproduction. Ce fait, rappelant les résultats des expériences d'irradiation d'Haemmerli-Boveri, m'a conduite à refaire ses expériences, afin de pouvoir juger si les « mues normales » observées après l'irradiation étaient dues uniquement à l'action du radium, et non à d'autres causes telles que l'approche de la saison de repos sexuel ou des conditions d'élevage trop différentes du biotope de l'Aselle.

Les recherches ont été conduites de manière à conserver les trois principales conditions des irradiations réalisées par Haemmerli-Boveri : la dose de 30 mg de radium élément, la durée totale d'irradiation d'une trentaine d'heures, la distance de l'animal à la source de rayonnement, les Aselles touchant presque l'aiguille de platine contenant le sel de radium.

Quelques modifications ont été apportées à cette expérience :

1° Les Aselles ont été élevées de manière à n'avoir en aucun cas de « mue normale » chez les témoins pendant la période de reproduction.

2° L'expérience a été effectuée au milieu de la saison de reproduction, entre le 15 avril et le 30 mai, et a porté sur 90 ♀ adultes choisies systématiquement aux différents stades de la période d'intermue, et sur 30 témoins élevés dans des conditions semblables et subissant les mêmes manipulations (les Aselles vivant deux jours après l'irradiation sont seules comptées). Les derniers exemplaires sont morts en octobre, au début de la période de repos sexuel.

3° Le dispositif d'irradiation permet d'évaluer les doses reçues à 800 r/h environ.

4° Enfin et surtout, pour comparer plus facilement les différents cas et situer plus exactement le moment de l'irradiation pendant la période d'intermue, nous avons placé tous les exemplaires dans des conditions semblables : durée de 32 h environ en deux séjours de 16 h répartis sur deux jours, ou trois séjours de 16, 8 et 8 h répartis sur trois jours; Haemmerli-Boveri irradiait les Aselles pendant 30 à 50 h, en trois, quatre ou cinq laps de temps variant de 2 à 24 jours.

Les résultats observés, en ce qui concerne le cycle des mues, confirment ceux obtenus par Haemmerli-Boveri : la « mue parturiale » (apparition de la poche) et la ponte sont supprimées simultanément. Lorsque l'irradiation a lieu après une « mue parturiale », la « mue intermédiaire » correspondante (disparition de la poche), puis des « mues normales » lui font suite; lorsqu'elle a lieu après une « mue intermédiaire », une « mue parturiale » apparaît à nouveau, puis la « mue intermédiaire » correspondante et des « mues normales » lui succèdent.

Nos expériences apportent quelques précisions complémentaires : Dans les conditions exactes décrites précédemment, c'est dès qu'une « mue parturiale » a eu lieu et jusqu'à la « mue intermédiaire » correspondante

([3]) *Comptes rendus*, 236, 1953, p. 1086.

(à un jour près), que l'action du facteur déterminant la « mue parturiale » suivante peut être supprimée. Aussitôt que la « mue intermédiaire » a été effectuée et jusqu'à la « mue parturiale » suivante (à un jour près également) l'action de ce facteur n'est plus inhibée par la dose de rayons γ reçue. La ponte correspondant à la « mue parturiale » suivant l'irradiation a lieu; mais le nombre d'œufs est souvent inférieur à la normale. Nous n'avons pu obtenir de jeunes Aselles à partir de ces œufs.

Nos conclusions, en ce qui concerne les observations histologiques, diffèrent de celles d'Haemmerli-Boveri :

La destruction des ovaires par des irradiations totales ne donne pas une preuve complète du fait que l'activité des ovaires détermine l'apparition de la poche incubatrice. Certes, les résultats obtenus sur les Amphipodes (*Orchestia gammarella*) par H. Charniaux ([4]), qui démontrent l'action de l'ovaire sur les caractères sexuels temporaires nous incitent à penser, par analogie, que la même action peut se produire dans le cas d'*Asellus aquaticus*. Mais il existe dans l'ovaire deux sortes de cellules : les cellules sexuelles et les cellules folliculaires. Les premières, sont nettement atteintes et d'autant plus facilement qu'elles sont à un stade de maturation moins avancé : les noyaux des gros ovocytes prêts à être pondus sont déformés; ceux des ovocytes en cours de vitellogénèse offrent un aspect pycnotique; enfin, les ovocytes jeunes ne présentent jamais les figures de mitose que l'on rencontre chez les témoins. Haemmerli-Boveri pensait qu'un ovaire plein d'œufs à un stade moyen de développement était responsable de la formation de la poche incubatrice. Cet avis ne semble pas exact puisque l'action du facteur déterminant la « mue parturiale » peut être inhibée dès la « mue parturiale » précédente et qu'à ce moment l'ovaire est vide d'ovocytes à un stade moyen de développement; ce n'est pas non plus pendant la période où les ovocytes se divisent car on trouve des ovocytes en cours de division avant la « mue parturiale »; d'ailleurs le rôle sécréteur de ces cellules n'a jamais été mis en évidence jusqu'à présent dans le règne animal. Par contre, après la « mue parturiale », les cellules folliculaires sont nombreuses et semblent se détacher de groupes de cellules initiales dont les deux plus gros amas sont placés près des septième et huitième tergites thoraciques. L'aspect de leurs noyaux, colorés fortement et uniformément, ne favorise pas l'observation de modifications morphologiques; mais leur nombre est moindre chez les exemplaires fixés quelque temps après l'irradiation. Si l'arrêt du développement de l'ovaire empêche l'apparition de la poche incubatrice, c'est probablement au changement d'activité des cellules folliculaires qu'il faut attribuer cette relation.

---

([4]) *Bull. Soc. zool. Fr.*, 78, n$^{os}$ 5-6, p. 337.

BIOLOGIE MARINE. — *Influence du facteur température sur le déterminisme de la composition vertébrale chez* Sardina pilchardus (*Walb.*) *des eaux de Banyuls.* Note de MM. **Mário Ruivo** et **Rui Monteiro**, présentée par M. Louis Fage.

Depuis quelques années des recherches expérimentales, notamment sur des Poissons d'eau douce, ont permis d'étudier l'action de divers facteurs du milieu sur le déterminisme des caractères méristiques. Une révision critique de ce problème a été récemment publiée par Å. V. Tåning (1952) [1]. On peut conclure que, chez les espèces envisagées, les caractères méristiques sont l'expression phénotypique des facteurs agissant sur le métabolisme au cours de la période ou des périodes phénocritiques de ces caractères. Ceci est de nature à rendre beaucoup plus complexes les études raciales.

En ce qui concerne la Sardine, la valeur à accorder à la moyenne vertébrale comme index racial est controversée, les auteurs n'étant pas toujours d'accord sur les causes de sa variabilité. L'un de nous (Ruivo, 1950) [2] avait suggéré que la composition vertébrale serait, chez cette espèce, sous la dépendance des conditions hydrologiques (en particulier de la température) dominantes au moment de la ponte.

Étant donné que jusqu'à présent tout travail expérimental sur la Sardine s'est révélé impossible, nous avons pensé que le problème pourrait être élucidé par l'analyse vertébrale des larves ou des alevins provenant de pontes opérées dans des conditions écologiques connues. Cette méthode offre l'avantage de se baser sur un matériel qui peut être considéré comme homogène et dont l'origine peut être précisée.

Ainsi nous avons poursuivi, depuis 1951 [Ruivo et Wirz, 1952 [3] et *inédit*] des recherches qui nous ont permis d'établir que la Sardine de la mer de Banyuls effectue sa ponte dans la zone du plateau continental plus ou moins limité par l'isobathe des 100 m, au Nord de la baie d'Argelès ; cette ponte se prolonge de septembre à avril.

La présente Note rend compte des premiers résultats obtenus par l'étude de la composition vertébrale d'une collection d'alevins (taille comprise entre 35 et 55 mm ; classes de 5 mm de longueur totale), pêchés dans la baie de Banyuls dans la dernière semaine de Mai 1953 et provenant des pontes faites dans des conditions hydrologiques qui ont été régulièrement contrôlées. Pour les comptages, les alevins ont été colorés par l'alizarine et éclaircis par la potasse glycérinée. Le tableau de la figure 1 résume les valeurs des moyennes vertébrales obtenues et des fluctuations probables respectives.

---

(1) *Biol. Rev.*, 27, 1952, p. 169-193.

(2) *Bol. Soc. Port. Cienc. Nat.*, 2e série, 3, (1), 1950, p. 89-121.

(3) *Vie et Milieu*, 3, (2), 1952, p. 151-189.

On remarque que la moyenne vertébrale augmente de la classe 35 mm (M. v. = 51,78 ± 0,140) aux classes 40 et 45 mm (M. v. = 51,87 ± 0,143 et 51,83 ± 0,159 respectivement) et qu'elle est remarquablement plus basse dans la classe 50 + 55 mm (M. v. = 51,40 ± 0,253); notons que cette dernière pourrait être considérée, du point de vue purement statistique, comme « racialement » distincte des premières classes, interprétation qui, dans le cas présent, serait illogique.

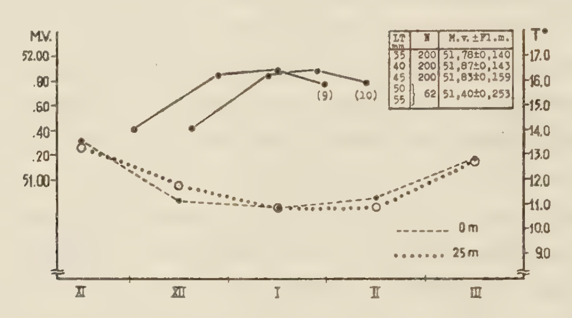



Fig. 1. — Graphique des températures de la mer dans la zone de ponte de la Sardine des eaux de Banyuls (hiver 1952-53) et des moyennes vertébrales des alevins (époque de naissance évaluée considérant la croissance de 9 et 10 mm par mois).

Sur la figure 1 nous avons rapporté les températures de la mer, à la surface et à 25 m (en hiver 1952-1953), dans la zone de ponte et les moyennes vertébrales des classes de tailles étudiées [classes dont l'époque de naissance a été évaluée en considérant une croissance moyenne de 9 et 10 mm par mois, L. Fage, 1913 (4)].

On constate que la moyenne vertébrale la plus basse (classe 50 + 55 mm) correspond aux alevins nés dans les eaux encore relativement chaudes du début Décembre, les plus élevées (classes 40 et 45 mm) correspondant aux eaux froides de Janvier. La classe 35, présentant une moyenne vertébrale à nouveau un peu plus basse, provient d'une ponte vers le début-moitié Février, peut-être en rapport avec le léger réchauffement qui commence à se faire sentir vers cette date.

Il faut signaler qu'au moment de la capture du matériel dont nous nous sommes servis, d'autres alevins de plus grande taille (jusqu'à 70 mm) se trouvaient à la côte, mais pour raison technique nous n'avons pas pu les pêcher. Il est très probable que ces individus, nés de pontes précoces (mois de septembre, octobre, novembre), quand les eaux sont encore très chaudes (plus de 13°,5 et jusqu'à 22° à la surface), présentent des moyennes vertébrales plus basses si le sens de la variation se maintient.

Les moyennes vertébrales caractérisant les nombreux échantillons de

(4) *Arch. Zool. expér. et Gén.*, 52, 1913, p. 305-341.

Sardines de la région de Banyuls que nous avons étudiés depuis 1951 (Ruivo, *inédit*) sont de l'ordre de 51,6, c'est-à-dire représentent des valeurs intermédiaires par rapport aux moyennes extrêmes observées sur les alevins.

Ces faits semblent donc venir à l'appui de l'hypothèse que, chez la Sardine, la composition vertébrale serait fonction des conditions écologiques auxquelles sont soumis les œufs au cours des tout premiers stades du développement, en particulier de la température ; les alevins nés de pontes effectuées en eaux froides auront une moyenne vertébrale plus élevée que ceux qui sont nés dans des eaux plus chaudes. Cela permettrait d'interpréter les différences constatées, quant à la moyenne vertébrale, dans les populations de diverses régions (notamment l'augmentation de celle-ci avec la latitude), ainsi que les fluctuations de cette moyenne dans les échantillons de la même région au cours d'une année ou d'années différentes ; ces fluctuations traduiraient alors soit des variations du régime hydrologique, soit un recrutement différentiel des alevins.

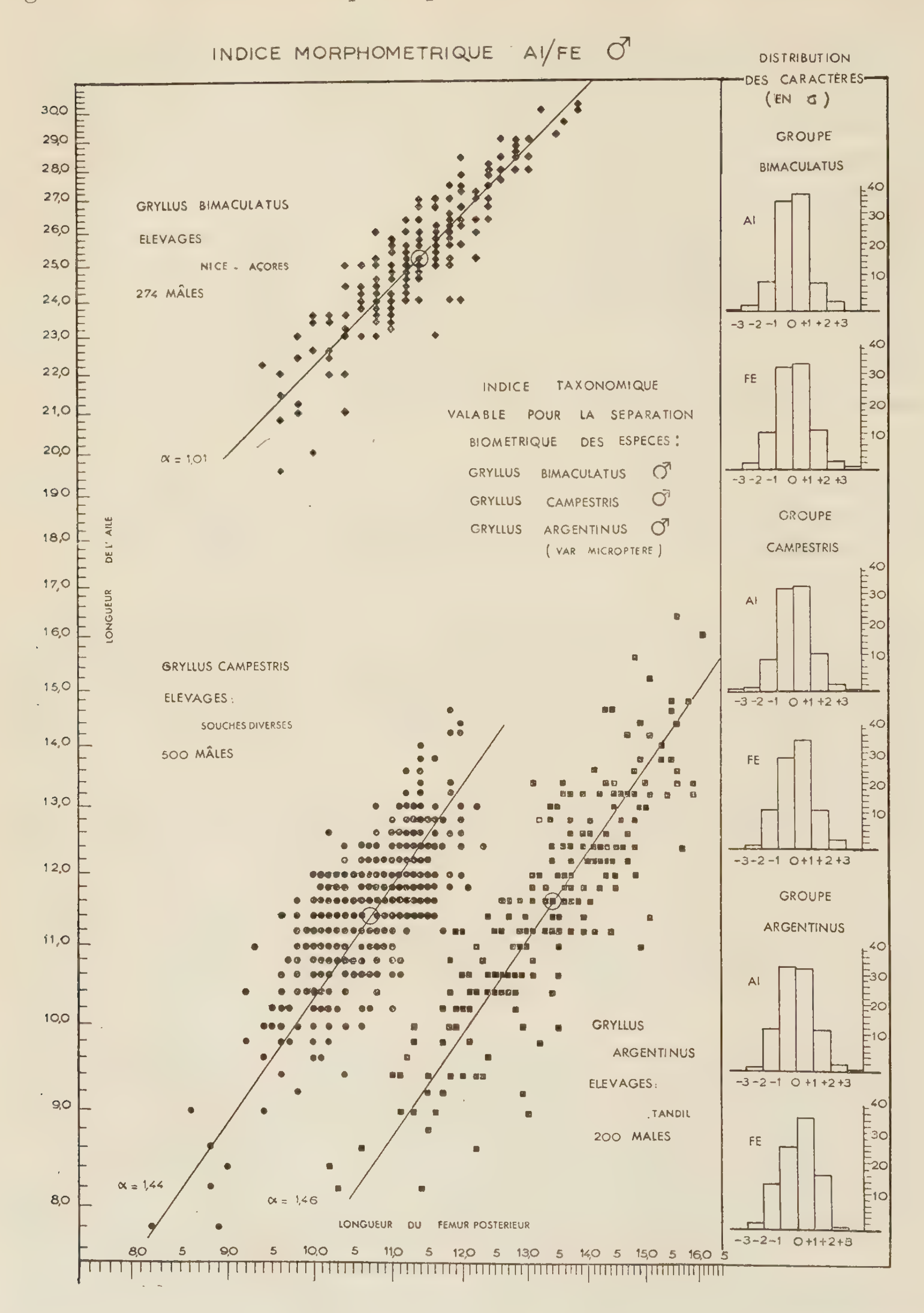
BIOMÉTRIE. — *Sur la diagnose biométrique de trois espèces du genre* Gryllus : G. argentinus *Sauss*, G. bimaculatus *de Geer*, G. campestris *L.* Note (*) de Mlle **Germaine Cousin**, présentée par M. Maurice Caullery.

Le résultat positif des croisements interspécifiques chez les Gryllides a nécessité une recherche des parentés et des divergences des espèces de ce groupe. Dans ce domaine, seules les estimations quantitatives peuvent apporter quelque clarté sur la discrimination et la sériation des formes. Une étude biométrique définit exactement les normes des caractères, de leurs intercorrélations et les limites extrêmes de leur variabilité. Un rapide examen de ces constantes chez les Gryllides met immédiatement en évidence l'extraordinaire permanence des types structuraux spécifiques.

Tous les caractères des organismes sont contrôlés par un ou plusieurs gènes. Les fonctions des organes, leurs dimensions, normales, mutées ou modifiées par les croisements, sont l'expression phénotypique d'un génotype déterminé. Dans la Nature, les échantillons d'espèces comportent un mélange complexe de génotypes. Associés à des échantillons issus d'élevages ils forment une expression concrète de l'espèce, des « groupes étalon » propres aux déterminations. Dans les élevages, des facteurs particuliers peuvent imposer une sélection parmi ces génotypes, si bien que l'analyse biométrique des hybridations comportera l'étude d'échantillons prélevés dans ces élevages où les génotypes sont plus ou moins stables dans leur milieu expérimental. La documentation initiale implique le calcul de toutes les constantes du groupe qui forment des ensembles numé-

(*) Séance du 8 décembre 1954.

riques plus faciles à interpréter s'ils sont illustrés par des courbes ou des diagrammes comme celui qui représente ici les corrélations entre les




longueurs des ailes et du fémur de la patte postérieure, chez trois espèces de Grillons qui s'hybrident entre elles; les croisements possibles étant :

*G. argentinus* ♀ × *G. bimaculatus* ♂ (Ar × B; *G. argentinus* ♀ × *G. campestris* ♂ (Ar × C); *G. bimaculatus* ♀ × *G. campestris* ♂ (B × C); et réciproquement pour ces deux dernières espèces hybride (C × B).

La spécificité morphologique est mise en relief par de tels tableaux qui engagent deux à deux les caractères qui divergent le plus en sens opposés d'une espèce à l'autre. Ces valeurs moyennes et leurs comparaisons consignées ci-dessous permettent de déterminer les indices qui opposeront les caractères séparant, au mieux, les trois espèces étudiées.

| | Tête. | | Pronotum. | | | Pattes. | | Organes du vol. | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ♂ *h.* | Th. | Tt. | Pa. | Pp. | Pl. | Fe. | Ti. | El. | Et | Ai. | $\Sigma_7$. |
| | *Valeurs moyennes empiriques en millimètres.* | | | | | | | | | | |
| Ar 200 | 6,49 | 6,97 | 6,74 | 6,59 | 4,78 | 13,42 | 9,87 | 13,96 | 6,12 | 11,62 | 62,34 |
| C 201 | 8,10 | 8,18 | 7,77 | 7,18 | 4,41 | 10,77 | 7,58 | 14,62 | 6,43 | 11,61 | 10,91 |
| B 274 | 6,20 | 6,53 | 6,70 | 6,97 | 4,38 | 11,35 | 9,04 | 15,92 | 6,12 | 25,28 | 60,93 |
| | *Comparaison des moyennes empiriques des trois espèces* (rapports × 100). | | | | | | | | | | |
| Ar/C | **80** | 85 | 87 | 92 | 108 | **125** | 124 | 95 | 95 | 100 | 102 |
| Ar/B | 105 | 107 | 101 | 95 | 109 | **118** | 109 | 88 | 100 | **46** | 102 |
| C/B | **131** | 125 | 116 | 103 | 101 | 95 | 88 | 92 | 105 | **46** | 100 |

Ainsi établis avec les mesures individuelles, de tels tableaux constituent une bonne représentation visuelle pour estimer la position d'un individu dans son groupe comme celle d'une espèce par rapport aux espèces voisines.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur les anticatalyseurs de l'oxydation de l'acide* L-*ascorbique. L'action inhibitrice de l'acide folique.* Note de M. **Étienne Gero**, présentée par M. Maurice Lemoigne.

L'acide folique exerce une action inhibitrice considérable sur l'oxydation de l'acide L-ascorbique. Le radical glutamique et le noyau de la ptéridine sont responsables de cette action à l'exclusion de l'acide para-aminobenzoïque qui est sans influence appréciable.

J. L. Parrot et H. Cotereau [1] ont montré que à pH 8,1 l'acide folique ralentit l'oxydation de l'acide ascorbique à l'air en présence de traces d'ions $Cu^{++}$. Nous avons étudié ce phénomène dans des conditions légèrement différentes de celles adoptées par ces auteurs.

Nous avons employé la technique décrite dans les Notes précédentes [2] : dosage au 2.6-dichlorophénol-indophénol de l'acide ascorbique présent à des moments successifs de l'oxydation en présence et en l'absence d'acide folique

---

(1) *J. Physiol.*, **40**, 1948, p. 278 **A**-281 **A**.

(2) E. Gero, *Comptes rendus*, **235**, 1952, p. 397; **236**, 1953, p. 541; **238**, 1954, p. 959.

et de ces dérivés. La plupart de nos essais ont porté sur des solutions d'acide L-ascorbique $0,5.10^{-3}$ M additionnées d'une quantité équimoléculaire d'inhibiteur et de $1,18.m^{-6}$ M de $CuSO_4$. Nous avons employé un tampon phosphaté Clark et Lubbs.

Nous avons constaté au cours de ces expériences qu'il était indispensable de protéger l'acide folique de la lumière en entourant de papier noir les tubes à essai où s'effectuait l'oxydation. L'action antioxydante était en effet nettement inférieure à la lumière du jour qu'à l'obscurité par suite d'une destruction photochimique de l'acide folique, signalée d'ailleurs par Stokstad et ses collaborateurs (3).

Si cette précaution est prise, l'action inhibitrice de l'acide folique apparaît comme tout à fait considérable. On voit dans la figure 1 (courbe n° 1) qu'au bout d'une heure d'oxydation à pH 8,0, la quantité d'acide ascorbique disparue est de 10 % à peine en présence d'acide folique, alors qu'en son absence (*fig.* 1, courbe n° 5) près de 90 % sont oxydés dans le même laps de temps. Les résultats sont à peu de chose près les mêmes à pH 7,0.

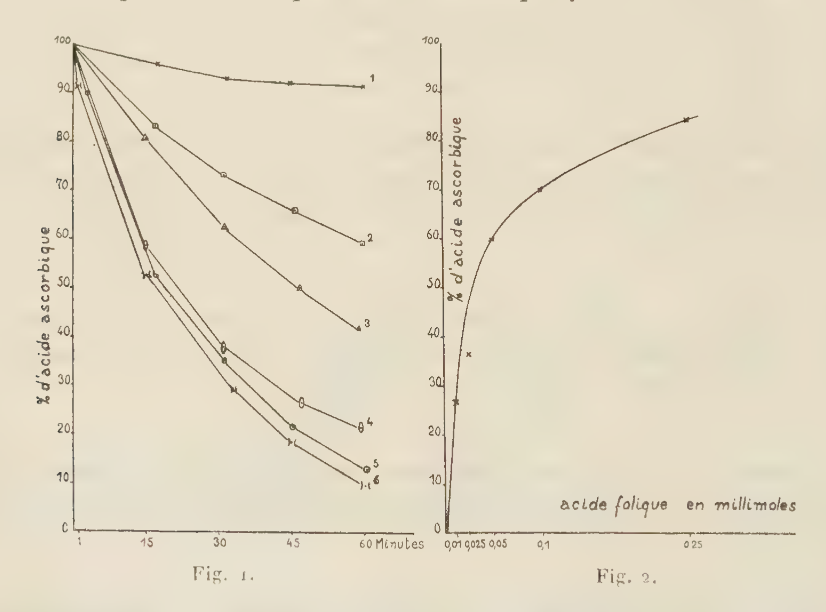



Fig. 1. Fig. 2.

Nous avons tenté de préciser le rôle joué dans ce phénomène par les différentes parties de la molécule d'acide folique (I). Ce corps résulte de la combinaison de trois composés représentés respectivement par les radicaux de l'acide glutamique, de l'acide para-amino-benzoïque et de l'amino-2-hydroxy-4-méthyl-6-ptéridine.

Nous avons étudié successivement l'action de ces divers radicaux sur l'oxydation de l'acide L-ascorbique dans des conditions identiques à celles employées

(3) E. L. R. Stokstad, D. Fordham, A. Grunigen, *J. Biol. Chem.*, 167, 1947, p. 877-878.

dans le cas de l'acide folique lui-même. La triamino-2.4.5-hydroxy-6-pyrimidine, produit de départ de la synthèse des ptéridines n'a pratiquement pas d'action sur l'oxydation de la vitamine C (*fig.* 1, courbe n° 4). Pour déceler le rôle éventuel du noyau de la ptéridine, nous avons fait la synthèse de l'amino-2-hydroxy-4-ptéridine. Ce composé qui ne diffère du radical ptéridinique de l'acide folique que par l'absence d'un méthyle, s'obtient en condensant la triamino-2.4.5-hydroxy-6-pyrimidine avec le glyoxal. Pour cette préparation nous avons suivi la technique de Mowat et ses collaborateurs [4].

Les résultats des essais d'oxydation résumés dans le graphique sont assez significatifs : A concentration équimoléculaire, l'acide glutamique a une action inhibitrice très nette sur l'oxydation de l'acide ascorbique (*fig.* 1, courbe n° 3). Celle de l'amino-2-hydroxy-4-ptéridine est encore plus marquée (*fig.* 1, courbe n° 2). Par contre l'acide para-aminobenzoïque n'a aucune influence (*fig.* 1, courbe n° 6). Ainsi le pouvoir antioxydant de l'acide folique se partage entre le radical de l'acide glutamique et celui de la ptéridine.

Si l'on considère l'effet de l'acide folique en fonction de sa concentration on voit (*fig.* 2) qu'à pH 7,0, celui-ci est déjà sensible avec une concentration moléculaire de l'ordre de $2.10^{-5}$ M, c'est-à-dire 50 fois moindre que celle de l'acide ascorbique. C'est là à peu près le rapport des concentrations molaires des deux vitamines dans le foie. Il n'est donc pas exclu *a priori* que l'acide folique puisse avoir une influence sur l'économie de l'acide ascorbique.

## PHARMACOLOGIE. — *Influence de la cocaïnisation sur l'action hypertensive et vasoconstrictive rénale de la bufoténidine.* Note de M. **Raymond-Hamet**, présentée par M. Gabriel Bertrand.

Base ammonium quaternaire dérivée de la bufoténine découverte par Gabriel Bertrand [1] dans le Venin du Crapaud commun, la bufoténidine a été rangée par nous dans le groupe pharmacologique des substances nicotiniques [2] dont elle possède, comme nous l'avons montré, deux des

HO—(noyau indolique, NH)—$CH_2.CH_2.N(CH_3)_2$

Bufoténine.

$\overset{(-)}{O}$=(noyau indolique, NH)—$CH_2.CH_2.\overset{(+)}{N}(CH_3)_3$

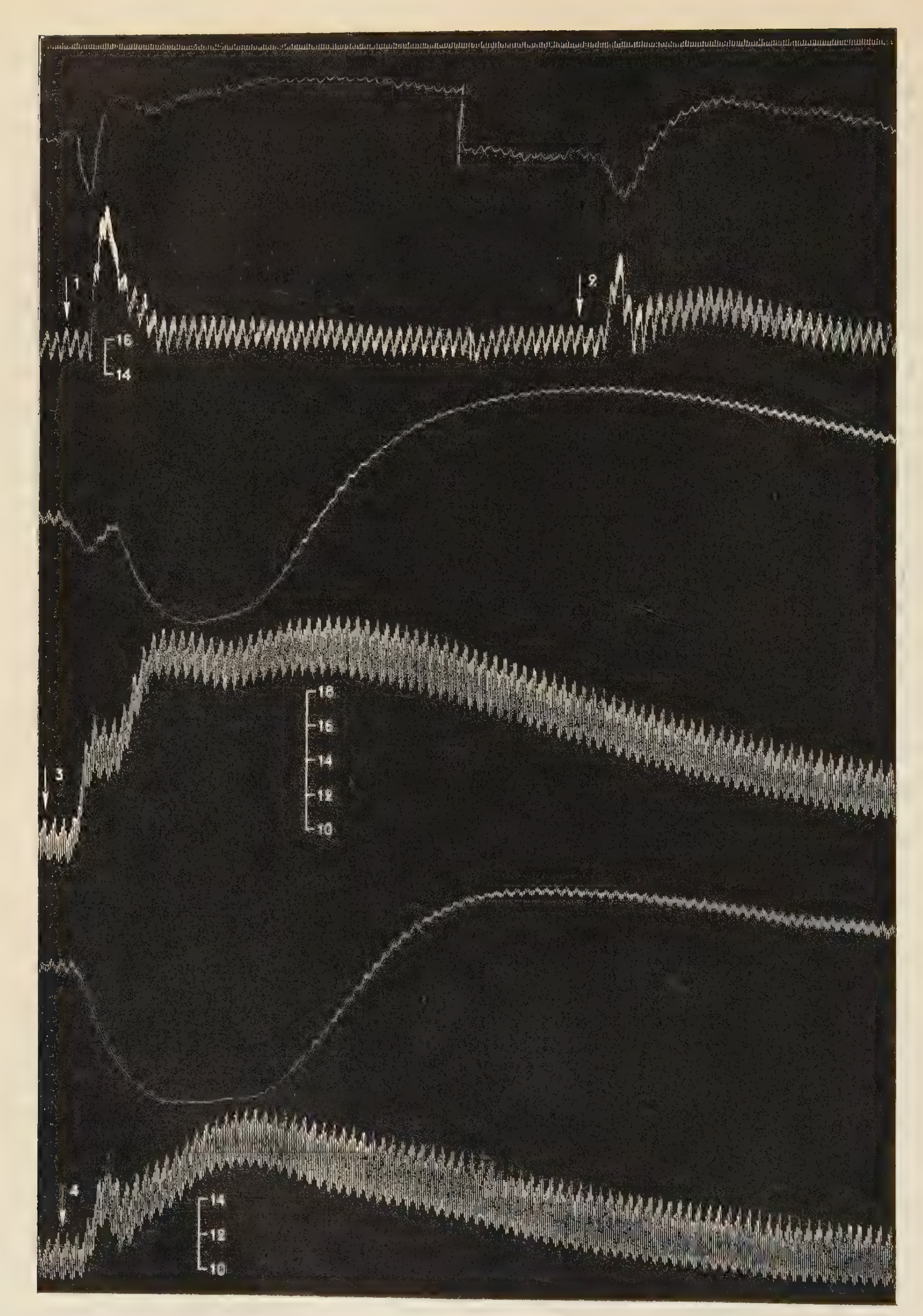
Bufoténidine.

---

([4]) J. H. Mowat et coll., *J. Am. Chem. Soc.*, 70, 1948, p. 14.

([1]) G. Bertrand et C. Phisalix, *C. R. Soc. Biol.*, 54, 1902, p. 932.

([2]) Raymond-Hamet, *C. R. Soc. Biol.*, 137, 1943, p. 74.




Chien de 10 kg, anesthésié par le chloralose (12 cg/kg), bivagotomisé au cou et soumis à la respiration artificielle. — 1re ligne : Temps en secondes; 2e, 4e et 6e lignes : Variations du volume du rein enregistrées au moyen de l'oncographe d'Hallion et Comte par nous modifié; 3e, 5e et 7e lignes : Modifications de la pression carotidienne enregistrées par le manomètre à mercure. On a injecté dans la saphène, en 1 et 3, 0,05 mg d'iodhydrate de bufoténidine pure de Wieland en solution dans 0,5 cm³ de soluté physiologique de chlorure de sodium, en 2 et 4, 0,01 mg de bitartrate d'adrénaline pure de Hœchst dissous dans 1 cm³ de ce même soluté. Entre 2 et 3 l'animal a reçu sons la peau des flancs une injection de 300 mg de chlorhydrate de cocaïne et a été laissé au repos pendant 20 mn. Tracés réduits de moitié.

propriétés physiologiques; d'une part, elle manifeste, sur la fonction respiratoire, une action biphasique, d'abord fortement excitatrice, puis inhibitrice [2]; d'autre part, elle provoque une hypertension qui, comme celle des substances nicotiniques [3], est inversée par la yohimbine [4].

Il nous a paru nécessaire de rechercher si la bufoténidine possède d'autres propriétés des substances nicotiniques, et tout d'abord si son action hypertensive est, comme celle de la nicotine [5], augmentée par la cocaïnisation. Des essais tous concordants nous ont montré qu'il en est bien ainsi et que, chez les Chiens qui ont été soumis à l'action d'une dose appropriée de cocaïne, on constate un renforcement et une prolongation non seulement de l'hypertension mais encore de la vasoconstriction rénale produite par la bufoténidine.

Le tracé qui est reproduit ici en fournit une preuve décisive. Au début de l'expérience, l'injection de 0,05 mg d'iodhydrate de bufoténidine pure de Wieland avait produit une hypertension maximale de 73 mm de Hg, la pression carotidienne passant de 166 à 239, 172 et 174, et provoqué une vasoconstriction rénale se traduisant par une dépression du tracé oncographique large de 8 mm et profonde de 18 mm.

L'injection de 0,01 mg de bitartrate d'adrénaline avait entraîné alors une hypertension maximale de 41 mm de Hg, la pression passant de 168 à 209, 180 et 190 et une vasoconstriction du rein qui se manifestait par un abaissement de l'oncogramme, d'une longueur de 14 mm et d'une profondeur de 13 mm.

20 mn après que l'animal eût reçu, sous la peau des flancs, une injection de 30 mg de chlorhydrate de cocaïne par kilogramme, l'injection de la même dose de bufoténidine qu'auparavant fut suivie, d'une part, d'une hypertension très prolongée qui atteignit à son point maximal 119 mm de Hg, la pression passant de 106 à 165, 163, 214, 209 et 225, d'autre part, d'une vasoconstriction rénale qui s'exprima par un enfoncement du tracé oncographique large de 77 mm et profond de 33 mm.

L'injection de la même dose d'adrénaline qu'au début de l'expérience provoqua à ce moment une hypertension très durable qui, à son niveau maximal, mesura 74 mm de Hg, la pression passant de 120 à 164, 148 et 194, et une vasoconstriction du rein qui se manifesta par un creux du tracé oncographique d'une largeur de 90 mm et d'une profondeur de 41 mm.

---

(3) Raymond-Hamet, *C. R. Soc. Biol.*, 93, 1925, p. 1274.

(4) Raymond-Hamet, *C. R. Soc. Biol.*, 137, 1943, p. 744.

(5) J. H. Burn, *Quarterly J. Pharm. Pharmacol.*, 3, 1930, p. 195; D. F. Mc Gregor, *J. Physiology*, 66, 1939, p. 393.

VIROLOGIE. — *Sur quelques propriétés et sur de nouvelles possibilités de culture tissulaire* in vivo *du virus de la fièvre aphteuse*. Note de MM. **J. André Thomas** et **Laurent Cauchy**, présentée par M. Jacques Tréfouël.

Le virus aphteux d'embryome au stade précoce peu virulent $I_0$ immunise le Bovin si la dose est suffisante; injecté sans atténuation, il est susceptible de renforcer l'immunité conférée par une vaccination préalable. Par extension de la méthode antérieurement proposée, la culture du virus aphteux est obtenue chez la Vache sur des implants de peau fœtale de Porc ou de cœur de Bovin adulte.

Les relations entre la virulence et le pouvoir antigénique du virus aphteux posent des problèmes fondamentaux en ce qui concerne la vaccination antiaphteuse. Le maximum de virulence du virus d'aphtes primaires coïncide sensiblement avec le maximum du pouvoir antigénique. Mais des discordances se révèlent entre ces deux propriétés dès que l'on compare leurs stades d'apparition, ou leur dissociation électrophorétique, ou l'atténuation artificielle de la virulence avec préservation de l'antigène. Certaines propriétés du virus sont vraisemblablement liées à des fractions particulaires différentes; or, celles-ci, artificiellement dissociables, pourraient se trouver naturellement séparées par suite de conditions non identiques de synthèse intracellulaire. Deux parties de l'analyse que nous poursuivons sur la culture du virus de la fièvre aphteuse selon notre méthode ([1]), ([2]) se rapportent à de tels problèmes.

1° *Le virus aphteux au stade précoce* $I_0$. — Avec ce virus d'embryome, de titre égal ou peu supérieur à $10^{-4}$ (10 expériences, virus $O_2$, $A_5$, C), nous avons inoculé 23 bovins réceptifs. Le pouvoir pathogène se manifeste par une fièvre aphteuse à évolution classique, avec généralisation dans les délais habituels : le pouvoir pathogène est équivalent à celui d'un virus de titre élevé. Le pouvoir antigénique a été apprécié selon diverses modalités. Le virus pur, au stade $I_0$ (variante $O_2$), non atténué, peut être injecté à un bovin à doses croissantes et l'immuniser : une première injection infravirulente (5 mg) permet d'inoculer impunément, 11 jours après, une dose virulente (0,50 g), puis 14 jours après une dose massive (5 g); 6 jours plus tard, l'animal résiste à l'inoculation d'épreuve dans la muqueuse linguale de 50 000 doses infectieuses, alors que le témoin fait une fièvre aphteuse généralisée; de plus, à ce moment, le sérum de l'animal protège 9 cobayes sur 10 contre l'inoculation d'épreuve, alors que les 5 cobayes témoins font une généralisation aphteuse : il est à noter qu'après la deuxième injection de virus, la séroprotection est encore nulle.

---

([1]) J. André Thomas, *Comptes rendus*, 237, 1953, p. 1186.

([2]) J. André Thomas et L. Cauchy, *Comptes rendus*, 239 1953, p. 1557.

Si ce virus est transformé en vaccin sec, mais sans atténuation spéciale, deux injections à 16 jours d'intervalle (0,50, puis 5 g) permettent, de même, l'immunisation de la Vache contre 50 000 doses infectieuses, ainsi que la séroprotection des cobayes; le bovin témoin contracte une fièvre aphteuse généralisée. Par contre, si la dose totale de virus injectée à la Vache est limitée à 0,70 g, il n'y a pas immunisation. Enfin, une injection de 0,50 g de virus au stade $I_0$, non atténué, peut renforcer l'immunité provoquée par une vaccination préalable (vaccin sec préparé à partir de virus $A_5$ virulent atténué) : dans ce cas, le pouvoir protecteur du sérum est notablement augmenté.

Conclusions. — *Au stade précoce $I_0$, le virus d'embryome de faible virulence a un pouvoir pathogène certain et un pouvoir antigénique capable de conférer l'immunité au Bovin, si la charge en virus est suffisante. Il est susceptible de renforcer l'immunité développée par une vaccination préalable.*

2° *Les conditions tissulaires de la synthèse du virus.* — C'est sur le principe de l'affinité ectodermotrope du virus aphteux qu'est fondée notre méthode de culture sur embryome épithélial homologue : quelques kilogrammes de pulpe de peau de fœtus de Vache implantés chez le Bovin adulte, s'y développent avec une vitesse étonnante en une masse tissulaire parfaitement organisée. Nous avons recherché si la synthèse du virus était possible dans des implants embryonnaires épithéliaux hétérologues, puis dans des implants adultes homologues non électifs. Nous avons montré que la pulpe de peau de fœtus de Vache est susceptible de végéter pendant quelques jours chez le Porcelet ([3]). Réciproquement, dans des expériences poursuivies au Brésil, l'un de nous avec Celso Rodrigues a constaté que la peau de fœtus de Porc (de 15 à 18 cm, encore glabres), implantée chez le Bovin y constitue un embryome cohérent, sinon réellement organisé : le virus y cultive et peut atteindre le titre de $10^{-6}$ avec grande rapidité (4 implantations, 9 titrages sur Bovin). Nous nous sommes adressés ensuite à des tissus théoriquement non électifs prélevés aseptiquement au Bovin adulte : les tissus du cœur. Le virus aphteux ne cultive dans le tissu musculaire normal qu'à la faveur de conditions biologiques étroitement limitées (Souris et Rat nouveau-nés). Nous avons repris, en la modifiant, une expérience antérieure dont les conditions n'avaient pas permis la survie des tissus du cœur ([4]). La pulpe cardiaque diluée dans le liquide amniotique de Vache est implantée sous la peau des bovins (2,5 à 5 kg de pulpe et 7,5 à 15 l de liquide amniotique; 4 implantations, 6 titrages sur Bovin). En

([3]) J. André Thomas, L. Cauchy, Ch. Boulignat et J. Farges, *Comptes rendus*, 236, 1953, p. 1214.

([4]) J. André Thomas, C. Boulignat, J. Farges et L. Cauchy, *Comptes rendus*, 236, 1953, p. 758.

couche épaisse, la pulpe cardiaque dégénère aseptiquement par asphyxie; si la couche n'excède pas 2 à 3 cm, les fragments de cœur survivent dans les mailles d'un œdème réactionnel envahi de cellules d'infiltration. Il s'agit essentiellement d'une pseudo-organisation suivie d'une culture du myocarde : dissociation des fibres cardiaques, pullulation périphérique de leurs noyaux, sarcolyse et dédifférenciation, plages de croissance orientée, avec essaimage marginal, parfois sous forme histiocytaire. Or, 3 jours après l'implantation, le virus aphteux inoculé à la langue cultive dans cette masse réactionnelle. Dès le stade IA (virus $A_5$), le tissu implanté peut atteindre le taux de virulence de $10^{-5}$ et la sérosité réactionnelle de $10^{-3}$. Les bovins de titrage sont atteints d'une fièvre aphteuse dont l'évolution est classique jusqu'à la généralisation podale.

Conclusions. — *Par cette extension de notre méthode, nous pouvons obtenir aisément une nouvelle source abondante de virus aphteux, dont la synthèse s'effectue vraisemblablement dans les cellules homologues de l'adulte, normalement non électives, mais devenues réceptives par suite des conditions de culture* in vivo *et des transformations qui leur sont imposées.*

VIROLOGIE. — *Action inhibitrice de l'acide succinique sur la multiplication du virus grippal en œuf embryonné.* Note de M. **Bernard Fauconnier**, présentée par M. René Dujarric de la Rivière.

Les études que nous avons poursuivies sur les rapports entre le pH du liquide allantoïque de l'œuf de poule embryonné et la multiplication du virus grippal, nous ont conduit à rechercher l'effet de corps à réaction acide sur le développement du virus dans la cavité allantoïque. En effet, le virus n'est pas capable de se développer lorsqu'il est inoculé dans un liquide allantoïque par nature trop acide (pH inférieur à 5,8) tel qu'il en existe dans des œufs incubés à partir du 13-15e jour (1). De plus, l'injection dans ce liquide d'un corps alcalinisant ($CO_3$ Mg par exemple) rend alors possible le développement du virus (2); le problème consistait donc à rechercher un corps susceptible par injection d'abaisser le pH du liquide allantoïque (normalement voisin de pH 8 pour des œufs embryonnés de 11 jours) à une valeur voisine de pH 6 ou même inférieure, et à suivre l'effet de ce traitement d'une part, sur la survie de l'embryon et, d'autre part, sur la multiplication du virus.

Parmi les nombreux acides que nous avons étudiés, un petit nombre

(1) B. Fauconnier, *Ann. Inst. Pasteur*, 84, 1953, p. 474; 85, 1953, p. 222-230; 86, 1954, p. 710-722.

(2) B. Fauconnier, *Soc. Franç. Microb.*, 7 octobre 1954.

se sont montrés à la fois peu toxiques pour l'embryon et très actifs sur l'abaissement du pH *in ovo*. En ce qui concerne ces deux actions, les acides minéraux en général (acide phosphorique excepté) ont été décevants. Les acides organiques, et, parmi eux surtout, les diacides et les polyacides à fonction simple ou mixte ont donné des résultats plus appréciables. Nous rapportons ici ceux obtenus avec l'un d'eux, l'acide succinique, diacide linéaire dont la formule est : $CO_2H—CH_2—CH_2—CO_2H$.

L'expérimentation a été conduite de la manière suivante : Trois lots d'œufs embryonnés de 11 jours sont inoculés avec 0,1 ml d'une même dilution ($10^{-6}$) d'une souche de virus A-PR 8 en liquide allantoïque, puis mis à l'étuve à 38° C. Les œufs sont alors traités quatre fois : 1, 18, 24 et 40 h après inoculation. Le premier lot (lot témoin) reçoit 1 ml de solvant (eau physiologique stérile) par œuf à chaque fois. Le second lot reçoit par œuf dans les mêmes conditions 1 ml d'acide succinique à 1 % (soit $4 \times 10 = 40$ mg). Enfin, le troisième lot reçoit identiquement quatre fois 1 ml d'une solution à 2 % d'acide succinique (soit $4 \times 20 = 80$ mg).

48 heures après inoculation du virus, c'est-à-dire 8 h après la dernière injection, tous les œufs sont placés à + 4° C pendant 15 h. Les liquides allantoïques de chacun des trois lots sont alors prélevés en trois pools distincts. Le pH, le titre hémagglutinant et le volume total de chaque lot sont ensuite déterminés, ce qui permet de calculer le nombre d'unités hémagglutinantes moyennes par œuf dans chacun des trois lots : $U = V.HA/N$ suivant la méthode décrite par C. Hannoun [3] (V = volume total, HA = titre hémagglutinant, N = nombre d'œufs).

| | | A. S. | |
|---|---|---|---|
| | Témoins. | 40 mg. | 80 mg. |
| pH | 7,6 | 6,1 | 5,4 |
| U | 71 992 | 4 940 | 83 |
| Titre infectant sur œuf | $10^{-8,3}$ | $10^{-6,2}$ | $10^{-3,5}$ |

Les résultats du tableau montrent qu'il existe une différence considérable entre les quantités d'unités hémagglutinantes des lots traités et du lot témoin. Par rapport au lot témoin, le pourcentage des unités hémagglutinantes est respectivement de 6,9 et 0,116 % dans les lots qui ont reçu 40 et 80 mg d'acide.

Étant donnés ces résultats, on peut être amené à supposer que l'acide succinique possède un certain pouvoir d'inhibition de l'hémagglutination *in vitro*, phénomène qui pourrait masquer l'existence d'une certaine quantité de particules de virus, dans les deux lots traités. Ce pouvoir existe

---

([3]) *Comptes rendus*, **236**, 1953, p. 864.

effectivement mais à un faible degré et pour des concentrations très précises.

Mais pour être certain qu'une plus ou moins grande quantité de virus n'est pas masqué par un phénomène de cet ordre, un titrage du pouvoir infectant sur œuf a été pratiqué avec des échantillons des trois lots. Ce titrage, qui permet de déterminer le nombre de particules infectantes réelles dans chaque lot, révèle une différence plus considérable encore. Il y a plus de 100 millions de particules infectantes par millilitre dans le lot témoin, alors qu'il y en a seulement 1 à 5 millions dans le lot 40 mg et 1000 à 5 000 dans le lot 80 mg.

Il faut signaler que la dose de 20 mg est la dose maxima que l'embryon peut supporter en une seule injection. C'est donc l'inhibition maxima que l'on peut espérer avec cette substance. D'autre part, le mécanisme d'action de l'acide succinique n'est pas encore exactement précisé. Un pouvoir virulicide spécial s'ajouterait-il à un effet acidifiant indéniable et suffisant pour inhiber dans de fortes proportions la multiplication du virus *in vivo* ?

Des expériences sont en cours à ce sujet, ainsi que l'étude de divers acides voisins pour savoir s'il en existe de moins toxiques et de plus actifs.

En résumé, la multiplication du virus grippal dans la cavité allantoïque de l'œuf embryonné est inhibée, dans des proportions qui dépassent 99 %, par l'injection, dans cette cavité, de quatre doses de 20 mg d'acide succinique faites à intervalles espacés dans les 40 h qui suivent l'inoculation du virus.

A 16 h 45 l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 16 h 55 m.

L. B.

## *ERRATA.*

—

(*Comptes rendus* du 27 octobre 1954.)

Note présentée le 18 octobre 1954, de M. *Jean Deunff*, Sur un microplancton du Dévonien du Canada recélant des types nouveaux d'Hystrichosphæridés :

Page 1065, dans la légende de la figure, *multiplier les grossissements donnés par le coefficient* 0,815.

(*Comptes rendus* du 22 novembre 1954.)

Note présentée le même jour, de M[lle] *Lucie Arvy*, Toxicité des tissus de *Holothuria tubulosa*, de *H. polii* et de *H. impatiens*, pour quelques vertébrés :

Page 1434, 7[e], 8[e], et 9[e] lignes, *au lieu de* contiennent un facteur hémolytique puissant, capable de tuer en moins d'une demi-heure tant *in vivo* que *in vitro*..., *lire* contiennent un facteur hémolytique puissant tant *in vivo* que *in vitro* capable de tuer en moins d'une demi-heure....

## BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

---

Ouvrages reçus pendant les séances de novembre 1954

(*suite et fin*).

*Sur trois rouilles nouvelles pour la France*, par Ernst Gäumann, *in Revue de mycologie*. T. XVIII. Fasc. 3, 1953. Paris, Laboratoire de cryptogamie du Muséum national d'histoire naturelle; 1 fasc. 23,5 cm.

*Die Artengruppe des Ranunculus montanus Willd in den Alpen und im Jura* (Zytologisch-systematische Untersuchungen), von Elias Landolt. *Thèse*. Bern, Buchdruckerei Büchler and C°, 1954; 1 fasc. 23 cm.

*Die schweizerischen Arten der Gattungen Clathrospora, Pleospora, Pseudoplea und Pyrenophora*, von Emil Müller, in *Sydowia Annales Mycologici*. Ser. II, Vol. V, Heft 3-6, 1951; 1 fasc. 24 cm.

Extraits de *Berichte der Schweizerischen Botanischen Gesellschaft*, 1951. Band 61 : *Zur Entwicklungsgeschichte von Dothidella insculpta* (Wallr.), Theiss. et Syd., von Hans Hess und Emil Müller. 1953, Band 63 : *Über die Familien der Podostemonaceæ und Hydrostachyaceæ in Angola*, von Hans Hess. Bern, Buchdruckerei Büchler and C°, 1951 et 1953; 2 fasc. 23 cm.

*Annales Hébert et Haug*. Travaux du laboratoire de géologie de la Faculté des sciences de l'Université de Paris. T. VIII. Paris, Laboratoire de géologie, 1954; 1 vol. 25 cm.

*Mathematics and Plausible reasoning*. Vol. I. *Induction and analogy in mathematics*. Vol. II. *Patterns of plausible inference*, by George Polya. Princeton, University Press, 1954; 2 vol. 24 cm.

*Collection de logique mathématique*. Série A. VI. *Axiomatique intuitionniste sans négation de la géométrie projective*, par N. Dequoy. Paris, Gauthier-Villars, et Louvain, E. Nauwelaerts, 1955; 1 vol. 25 cm.

*Sur des produits de nombres entiers consécutifs*. Sphères associées à un tétraèdre. *Sur la géométrie du tétraèdre et questions de géométrie*, par Victor Thébault, in *Mathesis*. T. LXIII, 1954, n$^{os}$ 6-7-8. Gembloux, Jules Duculot, et Paris, Gauthier-Villars, 1954; 1 fasc. 25 cm.

*Mémorial des Sciences physiques*. Fasc. LVIII. *Propriétés magnétiques des lames métalliques minces*, par A. Colombani. Paris, Gauthier-Villars, 1954 ; 1 fasc. 25 cm.

*Électricité et optique. La lumière et les théories électrodynamiques*. Leçons professées à la Sorbonne en 1888, 1890 et 1899, par Henri Poincaré. Deuxième édition revue et complétée par Jules Blondin et Eugène Neculcéa. Paris, Gauthier-Villars, 1954 (nouveau tirage); 1 vol. 22,5 cm.

Actualités scientifiques et industrielles. 1216. Conservatoire national des Arts et Métiers. XLIV. Mémoires et travaux. *Étude de la propagation de la chaleur en régime variable à travers un mur d'épaisseur finie pour des impulsions quelconques. Application du calcul opérationnel. Utilisation du produit de composition*, par FRANÇOIS TRÈVES. Préface de M. VÉRON. Paris, Hermann et Cie, 1954; 1 fasc. 25,5 cm.

*Traité de mécanique rationnelle*, par PAUL APPELL. T. V. *Éléments de calcul tensoriel. Applications géométriques et mécaniques*, par RENÉ THIRY. Deuxième édition. Nouveau tirage revu et corrigé. Paris, Gauthier-Villars, 1955; 1 fasc. 25 cm.

*Précis de calcul matriciel et de calcul opérationnel*, par MAURICE JANET, in Collection *Euclide*. Paris, Presses universitaires de France, 1954 ; 1 vol. 19 cm.

Académie des sciences de l'U. R. S. S. Société botanique de l'U. R. S. S. *Essais de botanique*. Vol. I et II. Moscou, Leningrad, Académie des sciences de l'U. R. S. S., 1954 ; 2 vol. 23 cm.

*Travaux du laboratoire de botanique appliquée et de géobotanique armoricaine de la Faculté des sciences de Rennes*. Fasc. 3, 1950; fasc. 4, 1951; fasc. 5, 1952; fasc. 6, 1953, par HENRY DES ABBAYES; 4 fasc. 24,5 cm.

## OUVRAGES REÇUS PENDANT LES SÉANCES DE DÉCEMBRE 1954.

Université de Paris. Les conférences du Palais de la Découverte. Série A, n° 198, 1954. *La symétrie dans la nature et les travaux des hommes*, par JACQUES NICOLLE; 1 fasc. 18 cm.

*L'aviation des temps modernes*, par EDMOND BLANC. Édition entièrement nouvelle. Paris, Librairie Larousse, 1953; 1 vol. 20 cm.

*Observations géologiques et hydrologiques dans la Sarthe et l'Orne*, par MAURICE AUBERT. Extrait des *Mémoires de la Société linnéenne de Normandie*, nouvelle série. *Géologie*, 3e vol., 1er fasc., 1954, Caen, 1954, 1 fasc. 27,5 cm.

Protectorat de la République française au Maroc. Direction de la production industrielle et des mines. Division des mines et de la géologie. Service géologique. *Notes et mémoires*. N° 117. *Notes du Service géologique*. T. VII. Rabat, Éditions Félix Moncho, 1953 ; 1 vol. 25 cm.

Id. n° 103. — *Contribution à l'étude du cambrien inférieur et du précambrien III de l'anti-atlas marocain*, par PIERRE HUPÉ. *Introduction stratigraphique*, par GEORGES CHOUBERT. Bagnolet, Imprimerie L. Goulhot, 1952 ;1 vol. 24 cm.

Id. n° 115. — *Recherches géologiques et hydrogéologiques dans le bassin lacustre de Fès-Meknès*, par PIERRE TALTASSE. Rabat, Éditions Félix Moncho, 1953; 1 vol. 25 cm.

Mémorial des sciences physiques. Fasc. LIX. *Les aspects modernes de la cryométrie*, par Y. DOUCET. Paris, Gauthier-Villars, 1954; 1 fasc. 25,5 cm.

*Physikertagung Innsbruck*, 1953, von H. AUER, E. BRÜCHE, R. STEINMAURER. Mosbach-Baden, Physik Verlag, 1954 ; 1 vol. 23,5 cm.

Srpska Akademija Nauka. *Opsta I Specijalna patoloska anatomija*. Sveska III. *Tumori*. I. *Deo : Opsta patoloska anatomija tumora*. II. *Deo : Specijalna pataloska anatomija tumora*, par K. SAHOVIC. Beograd, 1954; 2 vol. 24,5 cm.

*Carte géologique du Maroc*, à l'échelle de 1/100 000ᵉ. *Oued Zem*, 1952, par H. SALVAN, E. BOLELLI, G. SUTER et W. VAN LECKWIJCK, ; 1 planche 100 × 65 cm.

*Carte géologique de la Meseta entre Settat et Mazagan* (*Doukkala et Chaouïa occidentale*), à l'échelle de 1/200 000ᵉ, par M. GIGOUT ; 1 planche 93 × 60 cm.

*Elementos de la Teoria de funciones*, por J. REY PASTOR. Tercera edicion Madrid. Ibero Americana, 1953 ; 1 vol. 25,5 cm.

*Traité de Zoologie. Anatomie. Systématique. Biologie*, publié sous la direction de Pierre-P. Grassé. T. XII. *Vertébrés. Généralités. Embryologie topographique. Anatomie comparée*. Paris, Masson, 1954 ; 1 vol. 25 cm.

*Geological Map of East Africa*, à l'échelle de 1/200 000ᵉ prepared on behalf of the INTER-TERRITORIAL GEOLOGICAL CONFERENCE, 1952 ; 1 planche 75 × 105 cm.

FIN DU TOME DEUX-CENT-TRENTE-NEUVIÈME.